

Elias Pitkänen

# **Mikä motivoi nuoret robotiikan pariin yläkoulussa?**

# Tiivistelmä

Elias Pitkänen: Mikä motivoi nuoret robotiikan pariin Riihimäen yläkouluissa?

Pro gradu -tutkielma

Tampereen yliopisto

Matematiikan aineenopettajan tutkinto-ohjelma

Huhtikuu 2020

---

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää mikä motivoi nuoret robotiikan opiskelun pariin Riihimäen yläkouluissa. Tietoa kerättiin erityisesti robotiikan opetuksen suunnittelun tueksi tulevaisuudessa.

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena Riihimäellä, jossa kaikki kaupungin yläkoulut osallistuivat tutkimukseen. Pääasiallisena aineistonkeruumenetelmänä toimi sähköinen kyselylomake, johon vastasi 126 oppilasta.

Tutkitun aineiston perusteella merkittävimmät robotiikan pariin motivoivat tekijät ovat seuraavat: Nuoren oma näkemys robotiikan hyödystä tulevaisuudessa työllistymisen kannalta, nuoren oma näkemys robotiikan hyödyllisyydestä yhteiskunnan kannalta, robotiikasta kiinnostuneet kaverit sekä mielekkäät oppitunnit. Oppitunneilla erityisen motivoivaa on robotin valmistusprosessi, johon kuuluvat oleellisesti itse rakentamisen lisäksi omien ideoiden toteuttaminen ja ryhmätyöskentely.

Tähän työhön sisältyy myös matemaattinen osuus, koska opintojeni pääaine on matematiikka. Matematiikka ja robotiikka kytkeytyvätkin monin tavoin toisiinsa. Matemaattisessa osiossa havainnollistan matematiikan ja robotiikan yhteistä rajapintaa käsittelemällä matriisitransformaatioita.

Avainsanat: robotiikka, motivaatio, yläkoulu, matriisitransformaatiot

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Robotiikka ja ohjelmointi yläkoulun opetussuunnitelmissa</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Aiempi tutkimus</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Matriisitransformaatiot</b>	<b>11</b>
4.1	Funktion käsite transformaation taustalla . . . . .	12
4.2	Transformaatio vektoriavaruudessa . . . . .	12
4.3	Matriisitransformaatioiden ominaisuuksia . . . . .	14
4.4	Standardimatriisin muodostaminen . . . . .	16
4.5	Matriisitransformaation geometrinen hahmottaminen . . . . .	18
4.6	Matriisitransformaation ja standardimatriisin yksikäsitteisyys . . . . .	18
4.7	Tiettyjen operaattoreiden esittäminen transformaatioina . . . . .	19
4.8	Matriisitransformaatioiden yhdistäminen . . . . .	22
<b>5</b>	<b>Motivaatio</b>	<b>24</b>
5.1	Motivaatio selittää ihmisten käyttäytymistä . . . . .	24
5.2	Sisäinen ja ulkoinen motivaatio . . . . .	25
5.3	Itsemääräämisteoria . . . . .	28
5.3.1	Organisminen integraatioteoria . . . . .	29
5.3.2	Perustarpeiden teoria . . . . .	31
5.4	Tavoiteorientaatiot . . . . .	31
5.5	Odotusarvoteoria . . . . .	33
5.6	Teoreettisen viitekehyksen koonti . . . . .	33
<b>6</b>	<b>Tutkimuksen toteuttaminen</b>	<b>35</b>
6.1	Tutkimusmenetelmien valinta . . . . .	35
6.2	Tutkimuskysymykset . . . . .	37
6.3	Tutkimusaineisto ja sen kerääminen . . . . .	37
6.4	Kyselylomakkeen rakenne . . . . .	39

<b>7</b>	<b>Aineiston käsittely ja tulokset</b>	<b>41</b>
7.1	Kelpaamattomien vastausten seulonta . . . . .	41
7.2	Arvot numeroiksi . . . . .	41
7.3	Tilastollinen analyysi . . . . .	42
7.4	Regressioanalyysi . . . . .	43
7.5	Kyselyn muut vastaukset . . . . .	47
7.6	Avoimet vastaukset . . . . .	48
<b>8</b>	<b>Johtopäätökset</b>	<b>51</b>
8.1	Keskeiset robotiikan pariin motivoivat tekijät . . . . .	51
8.2	Perustelut johtopäätöksille . . . . .	51
<b>9</b>	<b>Eettisyys</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Pohdinta</b>	<b>58</b>
10.1	Luotettavuus . . . . .	58
10.2	Motivaatiota ja robotiikkaa! Pohdintani tutkimastani kokonaisuudesta sekä ideoita jatkotutkimuksista . . . . .	59
	<b>Lähteet</b>	<b>62</b>
	<b>Liitteet</b>	<b>66</b>

# 1 Johdanto

"Kuka pelkää... robottia?" Usean vuosikymmenen it-alan kokemuksen omaava, Solteq-yrityksen yksikön liiketoimintajohtaja Timo Kupsa kirjoitti vuoden 2019 toukokuussa Kauppalehden blogissaan robotiikan kehityksestä Suomessa. Kupsan mukaan robotiikasta puhuttaessa vastaan tulee usein huoli sen vaikutuksesta työpaikoihin. Jopa robottiverosta on keskusteltu (ks. Lakka 2017). Kupsa kyseenalaisti, ollaanko oikeilla jäljillä, jos uhkakuvien viljely ja verotuksen kiristäminen hidastavat teknologian kehitystä ja robotiikan käyttöönottoa. Sen sijaan it-alan asiantuntijan mielestä robotiikan todelliset uhkakuvat liittyvät momentumista myöhästymiseen ja kilpailukyvyn menettämiseen. Tällä hetkellä robotiikan osaaminen onkin Suomessa kansainvälistä huipputasoa. (Kupsa 2019.) Nyt on siis perusteltua jättää uhkakuvien maalailu taka-alalle ja keskittyä siihen, kuinka pysyä tiukasti kiinni teknologian kehityksessä myös robotiikan saralla.

Tärkeä osa minkä tahansa alan osaamisen kehittämisessä kansallisesti on luoda lapsille ja nuorille mahdollisuuksia päästä kokeilemaan siihen liittyvien taitojen harjoittelua. Näin tulevat osaajat saattavat löytää oman mielenkiintonsa kohteen alan parista jo nuorina. Robotiikan merkittävänä osa-alueena toimiva ohjelmointi onkin otettu Suomen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin, jonka uusin versio otettiin käyttöön peruskouluissa portaittain syksystä 2016 alkaen. (OPS 2016, 3-4.)

Vaikka ohjelmointi mainitaan osana opetussuunnitelman laaja-alaisia osaamistavoitteita niin ala- kuin yläkoulussa, sen painoarvo on pieni. Päävastuu ohjelmoinnin opetuksesta on asetettu pääasiassa matematiikan yhteyteen, joka liittyy läheisesti myös ohjelmointiin. Kuitenkin ohjelmointi mainitaan esimerkiksi matematiikan yläkoulun päättöarvion hyvän arvosanan kriteereissä vain yhdessä kahdestakymmenestä tavoitteesta. (OPS 2016, 378-379.) Ohjelmoinnin tuomista matematiikan opetuksen yhteyteen vaikeuttaa myös se, että matematiikassa on runsaasti opittavaa sisältöä jo ennestään.

Kanta-Hämeessä sijaitseva Riihimäen kaupunki on rohkeasti ottanut itselleen edelläkävijän roolin robotiikan ja sen myötä myös ohjelmoinnin osaamisen kehittäjänä. Kaupunki tarjoaa omien verkkosivujensa mukaan ainoana kuntana Suomessa varhaiskasvatus- ja opetussuunnitelmiin perustuvaa robotiikkaopetusta päiväkodista alkaen lukion loppuun saakka. Tämän systemaattisen robotiikkaopetuksen yksi teh-

tävä on luoda pohjaa kaupungin tulevalle robotiikkakampukselle sekä pyrkimykselle kehittyä Suomen robotiikan pääkaupungiksi. (Riihimäen kaupunki 2020.)

Riihimäen robotiikkahankkeessa katse on vahvasti työelämässä. Kaupunki kuvailee robotin rakentamisprosessin opettavan keskeisiä työelämätaitoja, kuten tiimityöskentelyä, projektinhallintaa, kriittistä ajattelua sekä tiedonhakua (Riihimäen kaupunki 2020).

Riihimäellä tarjotaan siis laajat mahdollisuudet oppilaille robotiikan opiskeluun. Viime kädessä päätös tarttua tai olla tarttumatta näihin mahdollisuuksiin on oppilaalla itsellään ja siksi on aiheellista kysyä, mikä robotiikassa nuoria kiinnostaa. Yläkoulun aikana oppilaat mm. päättävät valinnaisen robotiikan opintojen aloittamisesta ja muodostavat käsityksensä toisen asteen koulutusta koskevista valinnoista. Tämä pro gradu -työ on tapaustutkimus, jossa etsin vastauksia tutkimuskysymykseen ”Mikä motivoi nuoret robotiikan pariin Riihimäen yläkouluissa?”. Tavoitteeni on tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää myöhemmin mm. robotiikan opetuksen suunnittelussa Riihimäellä ja muuallakin Suomessa.

Tutkimuskysymykseen etsin vastauksia toteuttamalla Riihimäkeläisille oppilaille sähköisen kyselyn, analysoimalla sen tuloksia ja soveltamalla aiemmin tutkittua tietoa motivaatiosta. Aiempaa tutkimustietoa motivaatiosta robotiikan opiskelussa on vain vähän, mutta yleisemmällä tasolla motivaatiota on tutkittu laajalti. Kyselystä saadun aineiston analysoinnissa käytin regressioanalyysiä.

Tutkimusprosessin eri vaiheissa pidin yhteyttä Riihimäen robotiikan opettajien ja robotiikkahankkeen vaikuttajien (mainittakoon kaupungin sivistystoimen johtaja Esa Santakallio sekä Robo oppii -hankkeen projektipäällikkö Samu Ylönen) kanssa. Pääsin myös keskustelemaan robotiikkaa opiskelevien oppilaiden kanssa ja kuulemaan suoraan heidän omia ajatuksiaan. Näiden eri ihmisten kanssa käymieni keskustelujen pohjalta sain esimerkiksi käsityksen siitä, mitkä voisivat olla relevantteja kysymyksiä kyselylomakkeeseen. Yhteistyö kaupungin sivistystoimen sekä opettajien kanssa oli hedelmällistä tutkimusprosessin eri vaiheissa.

Motivaation käsitettä lähestyn sisäisen ja ulkoisen motivaation jaottelun ja laajalti tutkittujen motivaatioteorioiden kautta. Tässä dokumentissa käsittelen ensin erillisinä osioina motivaatioon liittyvän teoreettisen viitekehyksen ja toteuttamani kyselyn eri vaiheineen. Lopuksi, tutkimuksen johtopäätösten muodostamisessa, hyödynnän motivaatioteorioita kyselyssä havaittujen tulosten selittämisessä.

Tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen sisältyy eri näkökulmia siitä mitä motivaatio tarkoittaa, jako sisäiseen ja ulkoiseen motivaatioon sekä kolmen tunnetun motivaatioteorian tarkastelu. Nämä kolme teoriaa ovat itsemääräämisteoria, tavoiteorientaatiot sekä odotusarvoteoria. Valitsin kyseiset teorialat siksi, että niitä on tutkittu laajalti ja ne soveltuvat tutkimani aiheen selittämiseen. Erityisesti painotan itsemääräämistheoriaa, joka lienee edelleen suosituimpia motivaatioteorioita (ks. Salmela-Aro 2017, 10).

Motivaation muodostumisessa tarkastelen erityisesti sisäiseen motivaatioon vaikuttavia tekijöitä. Sisäinen motivaatio on useiden tutkimusten mukaan merkittävä motivaation tyyppi oppimisen kannalta (ks. Salmela-Aro 2017, 42). Työelämän tulevaisuutta tutkiva Marylene Gagné ja tunnettu motivaatiotutkija Edward L. Deci luonnehtivat sisäistä motivaatiota artikkelissaan (2005) seuraavasti: ”Sisäinen motivaatio saa ihmiset tekemään jotakin siksi, että he pitävät sitä mielenkiintoisena ja saavat luonnollista tyydytystä toiminnasta itsestään.” (Gagné & Deci 2005, 331.) Olisikin hienoa, että mahdollisimman moni oppilas motivoituisi koulussa sisäisesti oppiaineesta, jonka kautta voi löytää itselleen ammatin.

Merkittävän robotiikan osa-alueen, ohjelmoinnin, tuomista suomalaiseen perusopetukseen on käsitelty monessa valossa viimeisten vuosien aikana. Erityisesti matematiikan opetukseen integroitu ohjelmointi nähdään jopa uhkana varsinaiselle matematiikalle. Helsingin yliopiston tietojenkäsittelylaitoksen lehtori Antti Laaksonen puolusti matematiikkalehti Solmussa (2/2015) ohjelmoinnin opetusta peruskouluissa. Laaksonen mukaan ohjelmointi ei ole matematiikan vihollinen, vaan sen osaaminen tukee muuta matematiikkaa ja päinvastoin (Laaksonen 2015).

Robotiikka, ohjelmointi ja matematiikka liittyvät kaikki toisiinsa. Robotin valmistaminen ei onnistu ilman ohjelmointia ja matemaattis-loogiset taidot ovat ohjelmointitaidolle olennaisia. Matematiikkaa tarvitaan myös esimerkiksi robotin liikkeiden toteuttamiseen. Tämän työn matemaattisessa osiossa havainnollistan matematiikan ja robotiikan yhteistä ”rajapintaa” matriisitransformaatioiden osalta. Matriisitransformaatiot ovat matematiikkaa osana lineaarialgebraa ja robotiikassa niitä voidaan käyttää erilaisten kiertojen toteuttamiseen.

## 2 Robotiikka ja ohjelmointi yläkoulun opetussuunnitelmissa

Ohjelmointi on Suomen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (OPS 2016), jotka otettiin käyttöön yläkouluissa porrastetusti syksystä 2017 alkaen. Robotiikka taas ei erikseen sisälly valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteisiin. Riihimäellä, jossa painotetaan robotiikan opetusta läpi peruskoulun sekä lukion, on vuoden 2017 marraskuusta lähtien ollut käytössä Robotiikan opetussuunnitelma (Riihimäen kaupunki 2017). Tässä dokumentissa käytän jatkossa robotiikan opetussuunnitelmaa lyhennettä ROPS.

ROPS on laadittu Riihimäellä toteutettavan robotiikkaopetuksen perustaksi. Tämän suunnitelman mukaan robotiikan opiskelu on usean oppiaineen sisään integroitu kokonaisuus, joka sisältää mm. ohjelmointia, tiimityöskentelyä, suunnittelua, rakentamista sekä robottien yhteiskunnallisen merkityksen sisäistämistä.

ROPSissa robotiikka tuodaan yläkoulun arkeen valinnaisten kurssien kautta ja ennestään tuttujen oppiaineiden tunneilla. Esimerkiksi 8. ja 9. luokan fysiikan opiskeluun liitetään ROPSissa tavoite ”T8 ohjata oppilasta ymmärtämään teknologisten sovelusten toimintaperiaatteita ja merkitystä, sekä innostaa osallistumaan yksinkertaisten teknologisten ratkaisuiden ideointiin, suunnitteluun kehittämiseen ja soveltamiseen yhteistyössä muiden kanssa”. (Riihimäen kaupunki 2017, 13.)

Valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa ohjelmointi mainitaan yläkoulun osalta varsinaisina määräyksinä tieto- ja viestintäteknologian osaamisen, matematiikan sekä käsityön opetuksen yhteydessä. Tieto- ja viestintäteknologian osalta ohjelmointia harjoitellaan osana eri oppiaineiden opintoja (OPS 2016, 284). Tämä määräys on kuitenkin varsin löyhä ja sen toteutumista on vaikea arvioida.

Matematiikan opetuksen tavoitteissa vuosiluokille 7-9 ohjataan oppilasta kehittämään algoritmista ajatteluaan ja taitojaan soveltaa matematiikkaa ja ohjelmointia ongelmien ratkaisemiseen (OPS 2016, 375). Tämän tavoitteen voikin mainiosti täyttää robotiikan avulla. Lisäksi matematiikan tavoitteisiin liittyvien keskeisten sisältöalueiden mukaisesti aineen opiskeluun sisältyy ohjelmointia ja samalla hyvien ohjelmointikäytäntöjen harjoittelua (em. 375). Kuitenkin ohjelmoinnin vähäisestä painotuksesta matematiikan opetuksesta kertoo, että se mainitaan vain yhdessä kah-



destakymmenestä tavoitteesta yläkoulun päättöarvioinnin hyvän arvosanan kriteereistä.

Yläkoulun käsityön osalta ohjelmoinnista määrätään oppiaineen tavoitteisiin liittyvissä keskeisissä sisältöalueissa. Niiden mukaan ohjelmointia sovelletaan käsityössä suunnitelmiin ja valmistettaviin tuotteisiin (OPS 2016, 375). Tämä saa kuitenkin pienen painoarvon opetussuunnitelmassa eikä ohjelmointia mainita käsityön päättöarvion kriteereissä hyvälle arvosanalle.

### 3 Aiempi tutkimus

Tässä osiossa esittelen tiettyjen peruskoulujen oppilaisiin suunnattujen motivaatio-tutkimusten tuloksia. Valitsin kyseiset tutkimukset tarkasteltaviksi siksi, että niillä on yhteisiä piirteitä oman tutkimukseni kanssa. Suoraan motivaatiosta robotiikan opiskeluun peruskoulussa en löytänyt aiempaa tutkimustietoa.

Bubican, Mladenovicin ja & Boljan (2014) tutkimuksessa tarkasteltiin kroatialai- sessa peruskoulussa tietotekniikkakilpailuun osallistuneiden oppilaiden motivaatio- ta odotusarvoteoriaa hyödyntäen. Tutkimukseen osallistui noin 140 oppilasta, joka ei ole riittävä määrä yleistettävien johtopäätösten tuottamiseksi. Kuitenkin tutkitussa aineistossa selvisi, että erinomaisesti koulussa menestyvät oppilaat valmistautuivat kilpailuun erilailla kuin muut. He todennäköisemmin käyttivät lisäoppimateriaaleja, kuten ratkaistuja tehtäviä edellisistä kilpailuista. Lisäksi erinomaisesti koulussa me- nestyvät oppilaat arvostivat enemmän mentoreiden kanssa työskentelyä. Tutkitussa joukossa tytöt olivat halukkaampia valmistautumaan kilpailuun eri tavoin, niin yksin kuin mentorin kanssa. (Bubica, Mladenovic, & Boljat 2014, 288 – 295.)

Tuija Lukin (2013) kolme vuotta kestäneessä pitkittäistutkimuksessa tarkasteltiin yläkoulun oppilaiden matematiikan opiskeluun liittyviä motivaatiotekijöitä, niiden muutoksia yläkoulun aikana sekä niiden yhteyksiä toisiinsa ja matematiikassa me- nestymiseen. Lukki käytti teoreettisena viitekehyksenään tavoiteorientaatioita. Tut- kimuksessa havaittiin, että yläkoululaisilla esiintyy matematiikan opiskelussaan eri- laisia tavoiteorientaatioita. (Ks. tavoiteorientaatiot kohdassa 5.4.) Tutkituista 88 op- pilaasta 40 % oli oppimissuuntautuneita, 25 % suoritus-välttämissuuntautuneita ja 35 % välttämissuuntautuneita. (Lukki 2013, 7.)

Anton Telih (2015) tutki määrällisenä tapaustutkimuksena tietyn alakoulun saksan kielen opiskelijoiden ulkoista ja sisäistä motivaatiota sekä niiden yhteyttä koulu- menestykseen kielen opiskelussa. Tutkimukseen osallistui yhteensä 55 neljännen, viidennen sekä kuudennen luokan saksan kieltä opiskelevaa oppilasta. Tutkimuksen tulosten perusteella tutkitussa joukossa ulkoiset motivaatiotekijät vaikuttavat oppilai- den kielivalintoihin saksan kielen kohdalla. Suurin vaikuttava taho olivat vanhemmat ja sen jälkeen opettaja. Aineistosta selvisi myös, että ulkoisten tekijöiden vaikutus väheni oppilaiden iän kasvaessa. (Telih 2015, 1.)

## 4 Matriisitransformaatiot

Tässä osiossa esitämme, miten matematiikka ja robotiikka liittyvät toisiinsa. Käsittelemme siinä matriisitransformaatioita, jotka ovat yksi tapa toteuttaa robottien nivelten kiertoja. Lukijalta odotamme lineaarialgebran perusteiden hallitsemista.

Ensin osoitamme kohdassa 4.1 miten funktion käsite ja transformaatio liittyvät toisiinsa. Tämän jälkeen määrittelemme transformaation sekä matriisitransformaation kohdassa 4.2. Kohdassa 4.3 esitämme matriisitransformaation ominaisuuksia ja ehdon sille, että transformaatio on matriisitransformaatio. Kohdassa 4.4 esitämme miten lineaarisen transformaation standardimatriisi voidaan muodostaa. Kohdissa 4.5 ja 4.6 havainnollistamme matriisitransformaatiota geometrisesti ja esitämme standardimatriisiin yksikäsitteisyyttä koskevan ehdon. Kohdassa 4.7 havainnollistamme tiettyjen operaattoreiden esittämisen transformaatioina ja edelleen matriisitransformaatioina. Lopuksi kohdassa 4.8 käsittelemme matriisitransformaatioiden yhdistämistä.

Kohdassa 4.7 esitettävät rotaatio-operaattorit havainnollistavat erityisen konkreettisesti sitä, miten matematiikkaa voidaan hyödyntää robotiikassa. Esimerkiksi kuvassa 4.3 esitettyä operaattoria *reflektio xy-tason suhteen* voitaisiin käyttää kolmiulotteisessa avaruudessa toimivan robotin tietyn osan liikkeen hallitsemisessa.

Tämän osion pääasiallisena lähteenä käytin Antonin ja Rorresin teoksen *Elementary linear algebra* 10. painosta (Anton & Rorres 2010, 247-273). Täydennystä sain saman teoksen 11. painoksesta sekä Larsonin ja Falvon teoksesta *Elementary Linear Algebra*. Antonin ja Rorresin teoksen 11. painos (Anton & Rorres 2014, 78 - 79) toimi lähteenä kohdassa 4.3 matriisitransformaatioiden ominaisuuksien esittämisessä. Kohdassa 4.4 standardimatriisin muodostamisen lähteenä käytin Larsonin ja Falvon teosta *Elementary Linear Algebra* (Larson, Falvo 2009, 388-389). Kohdassa 4.8 matriisitransformaatioiden yhdistämisen lähteenä käytin Antonin ja Rorresin teoksen 11. painosta (Anton & Rorres 2014, 270).

Tässä osiossa käsittelemme muotoa  $\mathbf{w} = F(\mathbf{x})$  olevia funktioita, joissa muuttuja  $\mathbf{x}$  on vektori  $n$ -ulotteisessa avaruudessa (merkitään  $\mathbb{R}^n$ ) ja  $\mathbf{w}$  on vektori  $m$ -ulotteisessa avaruudessa (merkitään  $\mathbb{R}^m$ ). Tällaisten funktioiden parissa keskitymme matriisitransformaatioihin sekä niillä tehtäviin peilauksiin, rotaatioihin ja transformaatioiden yhdistämiseen.

## 4.1 Funktion käsite transformaation taustalla

Olkoon  $A$  ja  $B$  joukkoja,  $a$  joukon  $A$  alkio ja  $b$  joukon  $B$  alkio. Kuten tiedämme, *funktio* on sääntö, joka liittää tietyn joukon jokaisen alkion täsmälleen yhteen alkioon toisessa joukossa. Mikäli funktio on kuvaus joukosta  $A$  joukkoon  $B$ , se siis liittää joukon  $A$  jokaisen alkion johonkin joukon  $B$  alkioon. Jos funktio  $f$  kuvaa alkion  $a$  alkioon  $b$ , merkitään

$$b = f(a)$$

ja sanotaan, että  $b$  on alkion  $a$  kuva funktiossa  $f$  tai että  $f(a)$  on alkion  $a$  arvo funktiossa  $f$ . Joukkoa  $A$  kutsutaan funktion  $f$  lähtö- eli määrittelyjoukoksi ja joukkoa  $B$  sen maalijoukoksi. Maalijoukon osajoukkoa, joka muodostuu kaikista lähtöjoukon kuvista, kutsutaan funktion  $f$  arvojoukoksi.

Usein funktioiden lähtö- ja maalijoukko koostuvat reaalityypiluvuista. Tässä osiossa käsittelemme funktioita, joiden lähtö- ja maalijoukko ovat vektoriavaruuksia.

## 4.2 Transformaatio vektoriavaruudessa

Seuraavaksi määrittelemme, mitä tarkoitetaan transformaatiolla vektoriavaruudessa.

**Määritelmä 4.1.** Olkoot  $V$  ja  $W$  vektoriavaruuksia ja olkoon  $f$  funktio, jonka lähtöjoukko on  $V$  ja maalijoukko  $W$ . Nyt sanotaan, että  $f$  on *transformaatio* joukosta  $V$  joukkoon  $W$  tai että  $f$  kuvaa  $V$ :n  $W$ :lle. Tämä merkitään

$$f : V \rightarrow W.$$

Eritystapauksessa, kun  $V = W$ , transformaatiota kutsutaan myös *operaattoriksi* avaruudessa  $V$ .

Tässä työssä käsittelemme matriisitransformaatioita vektoriavaruudesta  $\mathbb{R}^n$  vektoriavaruuteen  $\mathbb{R}^m$ . Määritelmästä 4.2 ilmenee, miten transformaatio voidaan muodostaa.

**Määritelmä 4.2.** Olkoot  $f_1, f_2, \dots, f_m$  reaaliarvoisia funktioita, joissa on kussakin  $n$  muuttujaa ja määritellään

$$\begin{aligned} w_1 &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ w_2 &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ &\vdots \\ w_m &= f_m(x_1, x_2, \dots, x_n). \end{aligned}$$

Nämä  $m$  yhtälöä määrittävät tietyn pisteen  $(w_1, w_2, \dots, w_m)$  vektoriavaruudessa  $\mathbb{R}^m$  jokaiselle pisteelle  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$   $\mathbb{R}^n$ :ssä. Näin kyseiset  $m$  yhtälöä määrittävät transformaation vektoriavaruudesta  $\mathbb{R}^n$  vektoriavaruuteen  $\mathbb{R}^m$ . Merkitään tätä transformaatiota kirjaimelle  $T$ , jolloin  $T : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  ja

$$T(x_1, x_2, \dots, x_n) = (w_1, w_2, \dots, w_m).$$

Oletetaan lisäksi, että funktiot  $f_1, f_2, \dots, f_m$  ovat lineaarisia. Nyt ne voidaan ilmaista muodossa

$$\begin{aligned} w_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \\ w_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \\ &\vdots \\ w_m &= a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n, \end{aligned}$$

joka voidaan ilmaista matriiseja käyttäen

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix},$$

tai lyhyemmin

$$\mathbf{w} = \mathbf{A}\mathbf{x}.$$

Edellä kuvattu ajatellaan transformaationa, joka kuvaa sarakevektorin  $\mathbf{x}$  matriisiavaruudesta  $\mathbb{R}^n$  sarakevektoriksi  $\mathbf{w}$  vektoriavaruudessa  $\mathbb{R}^m$  kertomalla  $\mathbf{x}$  vasemmalta matriisilla  $\mathbf{A}$ . Kutsumme tätä *matriisitransformaatioksi* (tai *matriisioperaattoriksi*,

jos  $m = n$ ). Tämä merkitään  $T_A : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ . Näin merkittäessä edellä kuvattu yhtälö voidaan kirjoittaa myös

$$\mathbf{w} = T_A(\mathbf{x}).$$

Matriisitransformaatiosta  $T_A$  voidaan puhua kertolaskuna  $A$ :lla ja matriisi  $A$  on transformaation *standardimatriisi*.

Edellä kuvattu yhtälö voidaan ilmaista myös kaaviolla

$$\mathbf{x} \xrightarrow{T_A} \mathbf{w},$$

joka luetaan " $T_A$  kuvaa vektorin  $\mathbf{x}$  vektoriksi  $\mathbf{w}$ ".

### 4.3 Matriisitransformaatioiden ominaisuuksia

Seuraavaksi esitämme neljä matriisitransformaatioiden ominaisuutta, jotka seuraavat matriisin kertolaskun ominaisuuksista.

**Lause 4.1.** *Jokaisella matriisilla  $A$  matriisitransformaatiolla  $T_A : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  on seuraavat ominaisuudet kaikilla vektoreilla  $\mathbf{u}$  ja  $\mathbf{v}$  sekä jokaisella skalaarilla  $k$ :*

- (a)  $T_A(\mathbf{0}) = \mathbf{0}$
- (b)  $T_A(k\mathbf{u}) = kT_A(\mathbf{u})$
- (c)  $T_A(\mathbf{u} + \mathbf{v}) = T_A(\mathbf{u}) + T_A(\mathbf{v})$
- (d)  $T_A(\mathbf{u} - \mathbf{v}) = T_A(\mathbf{u}) - T_A(\mathbf{v})$ ,

jossa ominaisuudesta b) käytetään nimitystä *homogeenisuus* ja ominaisuudesta c) *additiivisuus*.

*Todistus.* Kaikki neljä ominaisuutta seuraavat matriisien aritmetiikan seuraavista säännöistä

$$A\mathbf{0} = \mathbf{0}, \quad A(k\mathbf{u}) = k(A\mathbf{u}), \quad A(\mathbf{u} + \mathbf{v}) = A\mathbf{u} + A\mathbf{v}, \quad A(\mathbf{u} - \mathbf{v}) = A\mathbf{u} - A\mathbf{v}.$$

□

Lauseessa 4.2 esitämme ehdon matriisitransformaation olemassaololle. Ennen lausetta ja sen todistusta palautamme mieleen, kuinka vektoriavaruuden luonnollinen kanta esitetään sarakevektoreita käyttäen.

**Esimerkki 4.1.** Olkoon  $\mathbb{R}^n$  vektoriavaruus ja  $K$  joukko vektoreita, jotka muodostavat luonnollisen kannan vektoriavaruudelle  $\mathbb{R}^n$ . Nyt  $K$  voidaan ilmaista

$$K = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \dots, \mathbf{e}_n\} = \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}.$$

**Lause 4.2.**  $T : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  on matriisitransformaatio jos ja vain jos seuraavat ehdot pätevät kaikilla vektoreilla  $\mathbf{u}$  ja  $\mathbf{v}$  avaruudessa  $\mathbb{R}^n$  ja jokaisella skalaarilla  $k$ :

$$(1) \quad T(\mathbf{u} + \mathbf{v}) = T(\mathbf{u}) + T(\mathbf{v})$$

$$(2) \quad T(k\mathbf{u}) = kT(\mathbf{u}).$$

*Todistus.* Jos  $T$  on matriisitransformaatio, molemmat ehdot 1) ja 2) seuraavat lauseen 4.1 kohdista c) ja b).

Oletetaan sitten, että ehdot 1) ja 2) pätevät. Nyt on osoitettava, että on olemassa  $m \times n$ -matriisi  $A$  jolla

$$T(\mathbf{v}) = A\mathbf{v}$$

jokaisella vektorilla  $\mathbf{v}$  avaruudessa  $\mathbb{R}^n$ . Olkoon  $A$  matriisi

$$A = [T(\mathbf{e}_1) | T(\mathbf{e}_2) | \dots | T(\mathbf{e}_n)],$$

jossa  $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \dots, \mathbf{e}_n$  ovat vektorit jotka muodostavat avaruuden  $\mathbb{R}^n$  luonnollisen kannan.

Lisäksi tiedetään, että jokaisella vektorilla  $\mathbf{v}$ , joka kuuluu vektoriavaruuteen  $\mathbb{R}^n$ , pätee

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = v_1\mathbf{e}_1 + v_2\mathbf{e}_2 + \dots + v_n\mathbf{e}_n.$$

Koska  $T$  on lineaarinen transformaatio, additiivisuuden ja homogeenisuuden nojalla  $T(\mathbf{v})$  voidaan esittää

$$\begin{aligned} T(\mathbf{v}) &= T(v_1\mathbf{e}_1 + v_2\mathbf{e}_2 + \dots + v_n\mathbf{e}_n) \\ &= T(v_1\mathbf{e}_1) + T(v_2\mathbf{e}_2) + \dots + T(v_n\mathbf{e}_n) \\ &= v_1T(\mathbf{e}_1) + v_2T(\mathbf{e}_2) + \dots + v_nT(\mathbf{e}_n). \end{aligned}$$

Toisaalta matriisitulo  $A\mathbf{v}$  voidaan esittää

$$\begin{aligned}
 A\mathbf{v} &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}v_1 & a_{12}v_2 & \dots & a_{1n}v_n \\ a_{21}v_1 & a_{22}v_2 & \dots & a_{2n}v_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1}v_1 & a_{m2}v_2 & & a_{mn}v_n \end{bmatrix} \\
 &= v_1 \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{bmatrix} + v_2 \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \vdots \\ a_{m2} \end{bmatrix} + \dots + v_n \begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{bmatrix} \\
 &= v_1 T(\mathbf{e}_1) + v_2 T(\mathbf{e}_2) + \dots + v_n T(\mathbf{e}_n).
 \end{aligned}$$

Huomataan, että

$$T(\mathbf{v}) = v_1 T(\mathbf{e}_1) + v_2 T(\mathbf{e}_2) + \dots + v_n T(\mathbf{e}_n) = A\mathbf{v}.$$

Näin ollen  $T(\mathbf{v}) = A\mathbf{v}$  jokaisella vektorilla  $\mathbf{v}$  vektoriavaruudessa  $\mathbb{R}^n$  ja lause 4.2 on tosi.  $\square$

## 4.4 Standardimatriisin muodostaminen

Seuraavaksi esitämme lauseen, jonka avulla voidaan muodostaa standardimatriisi lineaariselle transformaatiolle.

**Lause 4.3.** *Olkoon  $T : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  lineaarinen transformaatio, jolle pätee*

$$T(\mathbf{e}_1) = \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{bmatrix}, T(\mathbf{e}_2) = \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \vdots \\ a_{m2} \end{bmatrix}, \dots, T(\mathbf{e}_n) = \begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{bmatrix}.$$

*Olkoon  $A$   $m \times n$ -matriisi, jonka  $n$  saraketta vastaavat kutakin pystyvektoria  $T(\mathbf{e}_i)$ , eli*

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & & a_{mn} \end{bmatrix}.$$

*Silloin  $T(\mathbf{v}) = A\mathbf{v}$  jokaisella vektorilla  $\mathbf{v}$  vektoriavaruudessa  $\mathbb{R}^n$ , eli  $A$  on transformaation  $T$  standardimatriisi.*



*Todistus.* Seuraa lauseen 4.2 todistuksesta.  $\square$

Tarkastellaan seuraavan esimerkin kautta matriisitransformaatiota vektoriavaruudesta  $\mathbb{R}^4$  vektoriavaruuteen  $\mathbb{R}^3$ .

**Esimerkki 4.2.** Transformaatio  $T : \mathbb{R}^4 \rightarrow \mathbb{R}^3$ , joka kuvataan yhtälöitä käyttäen

$$w_1 = 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 - x_4$$

$$w_2 = 5x_1 + 2x_2 + x_3$$

$$w_3 = x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 2x_4,$$

voidaan ilmaista matriisimuodossa

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 & -1 \\ 5 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}.$$

Tästä nähdään, että transformaation  $T$  standardimatriisi on

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 & -1 \\ 5 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 2 \end{bmatrix}.$$

Pisteen  $(x_1, x_2, x_3, x_4)$  kuva voidaan laskea suoraan esitetyistä yhtälöistä tai sen alla esitetystä matriisien kertolaskusta. Jos esimerkiksi

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = (2, 3, 4, -1),$$

yhtälöihin sijoittamalla saadaan

$$w_1 = 3 \cdot 2 + 4 \cdot 3 + 2 \cdot 4 - 1 \cdot (-1) = 27$$

$$w_2 = 5 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 1 \cdot 4 = 20$$

$$w_3 = 1 \cdot 2 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 4 + 2 \cdot (-1) = 21.$$

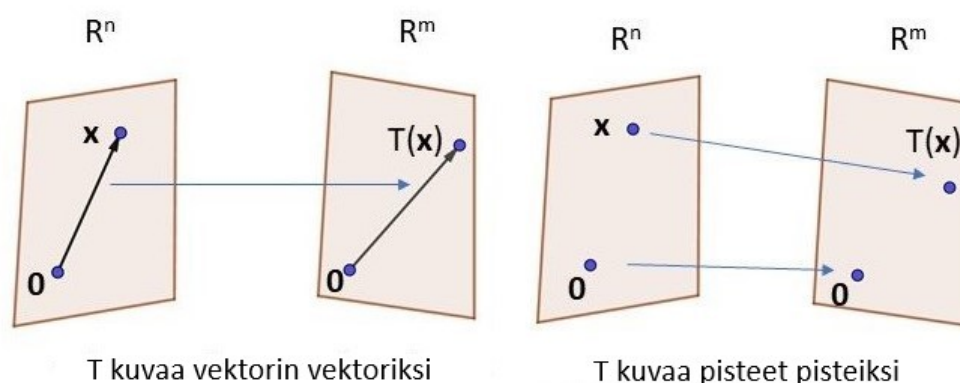
Jos taas sijoitetaan arvot matriisien kertolaskuun, saadaan yhtäläillä

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 2 & -1 \\ 5 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 27 \\ 20 \\ 21 \end{bmatrix}.$$

## 4.5 Matriisitransformaation geometrinen hahmottaminen

Seuraavaksi havainnollistamme, mitä matriisitransformaatio tekee geometrisessa mielessä vektoreille tai pisteille.

**Esimerkki 4.3.** Riippuen siitä, onko kyseessä vektoreita vai pisteitä, matriisitransformaatio  $T_A : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  kuvaa yhden tai useamman vektorin (tai pisteen) avaruudesta  $\mathbb{R}^n$  avaruuteen  $\mathbb{R}^m$ . Havainnollistetaan tätä graafisesti:



**Kuva 4.1.** Transformaation vaikutus vektoreille ja pisteille

## 4.6 Matriisitransformaation ja standardimatriisin yksikäsitteisyys

Lauseessa 4.4 käsittelemme matriisitransformaatioiden yksikäsitteisyyttä. Lauseen todistuksessa ilmaisemme matriisitulon lineaarikombinaationa. Nähdäksemme kuinka matriisitulo esitetään lineaarikombinaationa, olkoot  $A$   $m \times n$ -matriisi ja  $\mathbf{x}$   $m \times 1$ -sarakevektori seuraavasti

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & & a_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{ja} \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}.$$

Tällöin

$$\mathbf{Ax} = \begin{bmatrix} a_{11}x_1 & a_{12}x_2 & \dots & a_{1n}x_n \\ a_{21}x_1 & a_{22}x_2 & \dots & a_{2n}x_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1}x_1 & a_{m2}x_2 & & a_{mn}x_n \end{bmatrix} = x_1 \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{bmatrix} + x_2 \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \vdots \\ a_{m2} \end{bmatrix} + \dots + x_n \begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{bmatrix},$$

mikä todistaa seuraavan apulauseen 4.1.

**Apulause 4.1.** Jos  $A$  on  $m \times n$ -matriisi ja jos  $\mathbf{x}$  on  $n \times 1$  sarakevektori, niin tulo  $\mathbf{Ax}$  voidaan esittää matriisin  $A$  sarakevektoreiden lineaarikombinaationa, jossa kertoimet ovat vektorin  $\mathbf{x}$  alkioita.

Seuraavan lauseen 4.4 mukaan jos kahdella matriisitransformaatiolla avaruudesta  $\mathbb{R}^n$  avaruuteen  $\mathbb{R}^m$  on sama kuva jokaisessa avaruuden  $\mathbb{R}^n$  pisteessä, niitä koskevien standardimatriisien on oltava samat.

**Lause 4.4.** Jos  $T_A : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  ja  $T_B : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  ovat matriisitransformaatioita ja jos  $T_A(\mathbf{x}) = T_B(\mathbf{x})$  jokaisella vektorilla  $\mathbf{x}$  avaruudessa  $\mathbb{R}^n$ , niin  $A = B$ .

*Todistus.*  $T_A(\mathbf{x}) = T_B(\mathbf{x})$  jokaisella vektorilla  $\mathbf{x}$  avaruudessa  $\mathbb{R}^n$  voidaan ilmaista myös seuraavasti:

$$\mathbf{Ax} = \mathbf{Bx}$$

jokaisella vektorilla  $\mathbf{x}$  avaruudessa  $\mathbb{R}^n$ . Tämä pitää paikkansa erityisesti, jos  $\mathbf{x}$  on mikä tahansa avaruuden  $\mathbb{R}^n$  luonnollisista kantavektoreista  $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \dots, \mathbf{e}_n$ . Voidaan siis sanoa

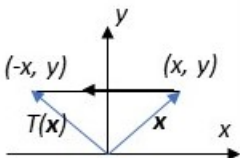
$$\mathbf{Ae}_j = \mathbf{Be}_j (j = 1, 2, \dots, n).$$

Koska vektorin  $\mathbf{e}_j$  jokainen alkio on 0 paitsi järjestyksessä  $j$ nnes, joka on 1, apulauseesta 4.1 seuraa, että  $\mathbf{Ae}_j$  on matriisin  $A$   $j$ :nnes sarake ja  $\mathbf{Be}_j$  on matriisin  $B$   $j$ :nnes sarake. Näin ollen edeltävästä ilmaisusta seuraa, että matriisien  $A$  ja  $B$  vastaavat sarakkeet ovat samoja ja siis  $A = B$ .  $\square$

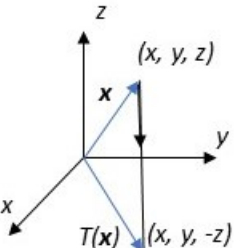
## 4.7 Tiettyjen operaattoreiden esittäminen transformaatioina

Kuten määritelmässä 4.1 todettiin, transformaatiota, jonka lähtö- ja maalijoukot ovat samat, kutsutaan *operaattoriksi*. Seuraavaksi, esimerkissä 4.4, havainnollistamme matriisitransformaatioiden käyttöä avaruuksissa  $\mathbb{R}^2$  ja  $\mathbb{R}^3$  toimivien operaattoreiden käytössä. Pisteiden tai vektoreiden peilauksia janan tai tason suhteen kutsutaan *reflektio-operaattoreiksi* ja ne kuuluvat yksinkertaisimpiin operaattoreihin edellä mainituissa avaruuksissa.

**Esimerkki 4.4.** Kuvissa 4.2 ja 4.3 havainnollistamme tiettyjen operaattoreiden vaikutuksen graafisesti vektoreihin. Lisäksi esitämme kyseisten operaattoreiden muodostamat kuvat luonnollisille kantavektoreille ja niitä vastaavat standardimatriisit.

Operaattori	Kuva	Vektoreiden $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3$ kuvat	Standardimatriisi
Reflektio $y$ -akselin suhteen $T(x, y) = (-x, y)$		$T(\mathbf{e}_1) = T(1, 0) = (-1, 0)$ $T(\mathbf{e}_2) = T(0, 1) = (0, 1)$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

**Kuva 4.2.** Operaattori avaruudessa  $\mathbb{R}^2$

Operaattori	Kuva	Vektoreiden $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3$ kuvat	Standardimatriisi
Reflektio $xy$ -tason suhteen $T(x, y, z) = (x, y, -z)$		$T(\mathbf{e}_1) = T(1, 0, 0) = (1, 0, 0)$ $T(\mathbf{e}_2) = T(0, 1, 0) = (0, 1, 0)$ $T(\mathbf{e}_3) = T(0, 0, 1) = (0, 0, -1)$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$

**Kuva 4.3.** Operaattori avaruudessa  $\mathbb{R}^3$

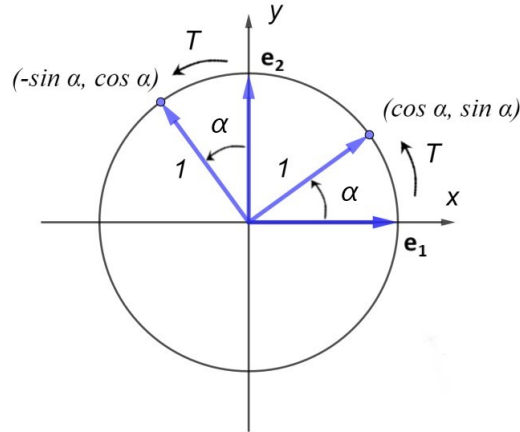
Matriisioperaattoreita avaruuksissa  $\mathbb{R}^2$  ja  $\mathbb{R}^3$ , jotka liikuttavat pisteitä eri origokeskisten ympyröiden kaarilla, kutsutaan *rotaatio-operaattoreiksi*. Seuraavaksi havainnollistamme sitä, miten löytää standardimatriisi rotaatio-operaattorille  $T : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$  joka liikuttaa pisteitä vastapäivään suhteessa origoon positiivisen kulman  $\alpha$  verran. Kuten kuvassa 4.4 havainnollistetaan, luonnollisten kantavektoreiden kuvat ovat

$$T(\mathbf{e}_1) = T(1, 0) = (\cos \alpha, \sin \alpha) \text{ ja } T(\mathbf{e}_2) = T(0, 1) = (-\sin \alpha, \cos \alpha).$$

Nyt kaavan 4.4 todistuksesta seuraa, että  $T$ :n standardimatriisi on

$$A = [T(\mathbf{e}_1) | T(\mathbf{e}_2)] = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}.$$

Näitä kutsutaan *rotaatioyhtälöiksi* avaruudessa  $\mathbb{R}^2$ .



**Kuva 4.4.** Luonnollisten kantavektoreiden rotaatio kulman  $\alpha$  verran avaruudessa  $\mathbb{R}^2$

Operaattoria, joka liikuttaa pisteitä vastapäivään kulman  $\alpha$  verran, nimitämme lyhyesti  $R_\alpha$  ja sitä vastaavaa standardimatriisia

$$R_\alpha = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$$

kutsumme *rotaatiomatriisiksi* avaruudessa  $\mathbb{R}^2$ . Jos  $\mathbf{x} = (x, y)$  on vektori avaruudessa  $\mathbb{R}^2$  ja jos  $\mathbf{w} = (w_1, w_2)$  on sen kuva rotaatiossa, niin muunnos  $\mathbf{w} = R_\alpha(\mathbf{x})$  voidaan ilmaista komponenttiesityksenä seuraavasti:

$$w_1 = x \cos \alpha - y \sin \alpha$$

$$w_2 = x \sin \alpha + y \cos \alpha.$$

Näitä kutsutaan *rotaatioyhtälöiksi* avaruudessa  $\mathbb{R}^2$ . Havainnollistamme rotaatio-operaattoria ja tämän standardimatriisia esimerkissä 4.5.

**Esimerkki 4.5.** Kuvassa 4.5 havainnollistamme erään rotaatio-operaattorin vaikutuksen graafisesti vektoriin avaruudessa  $\mathbb{R}^2$ . Lisäksi esitämme kyseisten operaattoreiden muodostamat kuvat luonnollisille kantavektoreille ja niitä vastaavat standardimatriisit.

Operaattori	Kuva	Rotaatioyhtälöt	Standardimatriisi
Rotaatio vastapäivään origon suhteen kulman $\alpha$ verran		$w_1 = x \cos \alpha - y \sin \alpha$ $w_2 = x \sin \alpha + y \cos \alpha$	$\begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$

**Kuva 4.5.** Rotaatio-operaattori avaruudessa  $\mathbb{R}^2$

## 4.8 Matriisitransformaatioiden yhdistäminen

Lopuksi käsittelemme matriisitransformaatioiden yhdistämistä. Olkoon  $T_A$  matriisitransformaatio avaruudesta  $\mathbb{R}^n$  avaruuteen  $\mathbb{R}^k$  ja  $T_B$  matriisitransformaatio avaruudesta  $\mathbb{R}^k$  avaruuteen  $\mathbb{R}^m$ . Jos  $\mathbf{x}$  on vektori avaruudessa  $\mathbb{R}^n$ , tällöin  $T_A$  kuvaa vektorin  $\mathbf{x}$  vektoriksi  $T_A(\mathbf{x})$  avaruudessa  $\mathbb{R}^k$  ja  $T_B$  puolestaan kuvaa vektorin  $T_A(\mathbf{x})$  vektoriksi  $T_B(T_A(\mathbf{x}))$  avaruudessa  $\mathbb{R}^m$ . Huomataan, että kokonaisuudessaan syntyy transformaatio avaruudesta  $\mathbb{R}^n$  avaruuteen  $\mathbb{R}^m$ , jota kutsumme *transformaatioiden  $T_B$  ja  $T_A$  yhdistelmäksi* ja merkitsemme

$$T_B \circ T_A,$$

joka luetaan " $T_B$  pallo  $T_A$ ". Laskujärjestyksen kannalta tätä voidaan tulkita kuten yleensäkin yhdistettyä funktiota, jossa palloa edeltävä funktio on ulkofunktio ja sen jälkeen tuleva sisäfunktio. Tätä havainnollistamme myös kuvassa 4.6. ja siitä seuraa määritelmä 4.3.

**Määritelmä 4.3.** Jos  $T_A$  ja  $T_B$  ovat matriisitransformaatioita ja  $\mathbf{x}$  on vektori avaruudessa, jossa  $T_B \circ T_A$  on määritelty, niin

$$T_B \circ T_A(\mathbf{x}) = T_B(T_A(\mathbf{x})).$$

Tämä yhdistelmä on myös itsessään matriisitransformaatio, sillä

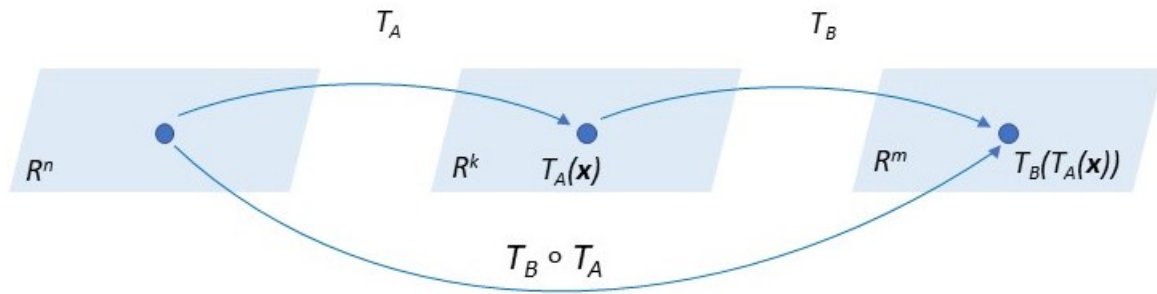
$$(T_B \circ T_A)(\mathbf{x}) = T_B(T_A(\mathbf{x})) = B(T_A(\mathbf{x})) = B(A(\mathbf{x})) = (BA)\mathbf{x},$$

mikä osoittaa, että se on standardimatriisien  $A$  ja  $B$  tulo. Tästä seuraa lause 4.5

**Lause 4.5.** Jos  $T_A$  ja  $T_B$  ovat matriisitransformaatioita, niin

$$T_B \circ T_A = T_{BA}.$$

Viimeiseksi havainnollistamme matriisitransformaatioiden yhdistelmän laskujärjestyä graafisesti.



**Kuva 4.6.** Transformaatioiden yhdistelmä

## 5 Motivaatio

Tässä luvussa esitän ensin mitä motivaatio terminä tarkoittaa mihin sitä tarvitaan. Toiseksi käsittelen jakoa sisäiseen ja ulkoiseen motivaatioon. Kolmanneksi esitän kolme tapaa selittää motivaatiota: *itsemääräämisteoria*, *tavoiteorientaatiot* sekä *odotusarvoteoria*. Lopuksi, kohdassa 5.6, kokoan yhteen teoreettisen viitekehýkseni motivaatiosta.

Teoreettiseen viitekehýkseen valitsemistani motivaatioteorioista painotan erityisesti itsemääräämisteoriam. Sitä on tutkittu runsaasti ja sen osateorioista *organisminen integraatioteoria* sekä *perustarpeiden teoria* soveltuvat erityisen hyvin tutkitumani ilmiön selittämiseen. Lisäksi itsemääräämisteoria lienee yhä yksi suosituimpia motivaatioteorioita (ks. Salmela-Aro 2017, 10).

### 5.1 Motivaatio selittää ihmisten käyttäytymistä

Inhimillisten tavoitteiden ja toiminnan kirjo on valtava, eikä ihmisten tavoitteilla aina ole mitään yhteistä. Esimerkiksi joku voi kokea toteuttavansa itseään vain ikiomassa, pysyvässä paikassa, kun taas toinen kaipaa vapautta liikkua missä haluaa. (MIELI Suomen mielenterveysseura 2014.) Kuinka ihmisten hyvin monimuotoista toiminnan suuntautumista voidaan selittää? Yksi tapa on motivaation avulla.

Teoreettiseen viitekehýkseen valitsemistani motivaatioteorioista painotan erityisesti itsemääräämisteoriam. Kyseistä teoriaa on tutkittu runsaasti ja sen osateorioista *organisminen integraatioteoria* sekä *perustarpeiden teoria* sopivat erityisen hyvin tutkitun ilmiön kuvaamiseen. Lisäksi itsemääräämisteoria lienee yhä yksi suosituimpia motivaatioteorioita (ks. Salmela-Aro 2017, 10).

Motivaation selittämiseen ei ole vakiintunut yhtä selkeää tapaa. Salmela-Aron (2010) mukaan nykyaikainen motivaatiotutkimus on tuottanut useita teoreettisia malleja motivaation käsitteelle. Niistä suurin osa keskittyy tutkimaan motivaatiota tietyssä ympäristössä. Tyypillistä teorioille on se, että ne kuvaavat samoja asioita eri käsittein. (Salmela-Aro 2017, 10.)

Sana *motivaatio* on johdettu latinan kielen sanasta *movere*, joka tarkoittaa liikkumista ja liikkeelle panemista. Sen taustalla on sana *motus*, joka merkitsee liikettä, liikuntaa, elettiä, mielenliikutusta, jopa kapinaa ja mellakkaa (Aaltonen, Pajunen,



Tuominen 2011, 39). Suomen kielessä motivaation kantasana on motiivi. Ruohotien (1998) mukaan motiiveilla viitataan usein tarpeisiin, haluihin, vietteihin ja sisäisiin ylläkkeisiin sekä palkintoihin ja rangaistuksiin. Motiivit siis virittävät ja ylläpitävät yksilön käyttäytymisen suuntaa yleisellä tasolla. (Ruohotie 1998, 36.)

Motivaation avulla voidaan selittää, miksi lähes samoissa olosuhteissa ihmiset käyttävät eri tavoin. Miksi esimerkiksi samoista lähtökohdista opiskelevista lapsista toiset saavuttavat hyviä tuloksia ja toiset eivät? Tällainen kysymys tuo esiin sen, että lasten motiiveissa saavuttaa hyviä oppimistuloksia on eroja. Varsin yleisen määritelmän mukaan motivaatio on käsite, joka selittää miksi ihmiset tai eläimet valitsevat tietyn toimintatavan tietyissä olosuhteissa. (Bubica, Mladenovic & Boljat 2014, 288.)

Tynjälän (1999) mukaan motivaatio tarkoittaa voimaa, joka ohjaa, suuntaa ja ylläpitää yksilön toimintaa. Motivaatio orientoi, energisoi ja valitsee tietyn toimintatavan ennakoitavaa tavoitetta kohti (Locke, Schattke 2019). Se siis suuntaa energiamme tiettyyn asiaan. Motivaation varassa on pitkälti esimerkiksi se, miten nuori asennoituu opiskeluun eri oppiaineissa.

Psykologit ovat muodostaneet kahdenlaisia motivaatioteorioita: duaalisia sekä moniulotteisia. Duaaliset teoriat jakavat motivaation kahteen tyyppiin: sisäiseen ja ulkoiseen. Moniulotteiset teoriat taas tarkastelevat sitä useammista erillisistä motivaation tyypeistä käsin. Duaaliset mallit jakavat motivaation esimerkiksi mielelliseen ja keholliseen, tavoiteltavaan ja vältettävään tai sisäiseen ja ulkoiseen osaan. (Reiss 2012, 152.)

Sisäistä ja ulkoista motivaatiota onkin tutkittu laajalti (Ryan & Deci 2000a, 54). Tässä tutkimuksessa käsitelen motivaatiota duaalisen mallin kautta jakaen motivaation sisäiseen ja ulkoiseen osaan. Mittaan kunkin oppilaan sisäisen motivaation tasoa siitä kertovien kysymysten kautta ja tarkastelen missä määrin eri ulkoisen motivaation tekijät toteutuvat hänen kohdallaan. Tämän vaiheen toteutuksesta kerron luvussa 6. Tulosten analyysivaiheessa (ks. kohta 7.4) selvitän miten eri ulkoisen motivaation tekijät korreloivat sisäisen motivaation tason kanssa.

## **5.2 Sisäinen ja ulkoinen motivaatio**

Termit sisäinen ja ulkoinen motivaatio poikkeavat toisistaan käyttäytymistä virittävien ja sitä suuntaavien motiivien puolesta (Ruohotie 1998, 38). Sisäisellä motivaatiolla viitataan henkilön sisäisestä kiinnostuksesta sekä innostuksesta lähtevään

spontaaniin toimintapyrkimykseen, kun taas ulkoinen motivaatio kytkeytyy odotettavaan ulkoiseen palkkioon (Tynjälä 1999, 99). Yksinkertaistetun esimerkin avulla ilmaistuna: Jos lapsi harrastaa jalkapalloa siksi, että hän nauttii siitä, hänen katsotaan olevan sisäisesti motivoitunut. Jos hän taas harrastaa sitä miellyttääkseen vanhempiaan, hänen ajatellaan olevan ulkoisesti motivoitunut. Seuraavaksi määrittelen yhä tarkemmin ensin sisäisen ja sitten ulkoisen motivaation piirteitä.

Sisäinen motivaatio on tärkeä ilmiö kasvattajille. Se on kuin oppimisen ja saavuttamisen alkulähde, johon vanhemmat tai opettaja voivat vaikuttaa omalla toiminnallaan. Koska sisäinen motivaatio vaikuttaa korkealaatuiseen oppimiseen ja luovuuteen, on tärkeää tiedostaa tekijät jotka synnyttävät tai tukahduttavat sitä. (Ryan & Deci 2000a, 55.)

Sisäinen motivaatio määritellään useimmiten ”jonkin tekemisenä asian itsensä vuoksi” (Reiss 2012, 152). Sille on ominaista, että motivaatio on välittynyt sisäisesti, eli käyttäytymisen syyt ovat sisäisiä (Ruohotie 1998, 38). Sisäisen motivaation aikaansaama tekeminen on siis henkilölle itsessään niin palkitsevaa, että hän tekisi sitä jopa ilman ulkoisia kannustimia.

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta (2014) kuvailee sisäistä motivaatiota proaktiiviseksi: siinä yksilö aktiivisesti hakeutuu tekemään asioita, jotka häntä kiinnostavat. Tällöin tietty tehtävä ikään kuin vetää yksilöä puoleensa ja riippumatta siitä, onko tarjolla ulkoista palkkiota, hän kokee halua päästä tekemään sitä. Yksilön ei tarvitse pakottaa itseään tekemään sisäisesti motivoituneita aktiviteetteja, vaan energia virtaa tekemiseen luontaisesti, sillä hän lähtökohtaisesti haluaa tehdä asiaa. (Tulevaisuusvaliokunta 2014, 14.)

Ilmiön hahmottamiseksi voidaan muodostaa esimerkkejä, joissa henkilöllä on pelkästään sisäistä motivaatiota jonkin asian tekemiseen, mutta todellisuudessa mukana on lähestulkoon aina sekä sisäistä että ulkoista motivaatiota. Ryanin ja Decin (2000a, 56) mukaan edes mieluisassa tekemisessä sisäinen motivaatio ei ole ainoa motivaation lähde, vaikkakin se on merkittävässä asemassa.

Ulkoisesta motivaatiosta on kyse silloin kun tietty toiminta tehdään jonkin sen ulkopuolisen tavoitteen saavuttamiseksi (Ryan & Deci 2000a, 60). Se on siis ympäristöriippuvaista ja ulkoisesti motivoituneen asian tekemisestä saatavat palkkiot ovat jonkun muun kuin henkilön itsensä välittämiä. Ulkoiset palkkiot ovat tyypillisesti lyhytaikaisia ja tarvetta niiden saamiseksi voi esiintyä usein. (Ruohotie 1998, 38.)

Lyhytaikainen ulkoinen motivaationtekijä voi olla esimerkiksi ylityöstä maksettava lisäpalkka.

Ulkoista motivaatiota on tyypillisesti kirjallisuudessa luonnehdittu kalpean köyhtyneeksi motivaation muodoksi, joka asetetaan vastakkain sisäisen motivaation kanssa. Ulkoista motivaatiota on kuitenkin olemassa monenlaista. Esimerkiksi oppilaat voivat suorittaa ulkoisesti motivoituneina tehtäviä joko vastentahtoisesti ja välinpitämättömästi tai halukkaasti hyväksyen tehtävän arvon tai hyödyllisyyden. (Ryan & Deci 2000a, 55.)

Todellisuudessa monet tehtävät, joita kasvattajat haluavat oppilaidensa tekevän, eivät ole oppilaille luonnostaan kiinnostavia tai nautinnollisia. Siksi hyvän opetuksen toteuttamiseksi on oleellista tietää, miten edistää aktiivista ja mielekästä ulkoista motivaatiota passiivisen sekä kontrolloivan sijaan. (Ryan & Deci 2000a, 55.) Kasvattajan näkökulmasta motivointi ei siis ole pelkästään oppilaan luontaisten mielenkiinnon kohteiden etsimistä vaan myös taitoa saada oppilas motivoitumaan eteen tuleviin erilaisiin haasteisiin.

Ulkoiseen ja sisäiseen motivaatioon liittyvää tutkimusta on tehty runsaasti jo 1970-luvulla. Tällöin nousi esiin keskeisenä tuloksena se, että jos jokin toiminta on sisäisesti motivoitunutta, ulkoisten palkkioiden tarjoaminen ei suinkaan lisää yksilön motivaatiota. Se pikemminkin vähentää yksilön kiinnostusta itse suoritukseen. Myös rangaistuksen uhan huomattiin vaikuttavan sisäistä motivaatiota alentavasti. (Tynjälä 1999, 99.) Tämän havainnon valossa esimerkiksi sisäisesti motivoituneen verenluovuttajan intoa tekemiseen voisi vähentää teosta maksettava palkkio tai tekemättä jättämisestä seuraavan rangaistuksen uhka.

Vaikka sisäinen motivaatio on selvästi tärkeä motivaation tyyppi, suurinta osaa ihmisten tekemistä toimista ei tehdä sisäisesti motivoituneena. Tämä pätee erityisesti varhaislapsuuden jälkeen, kun vapautta olla sisäisesti motivoitunut kavennetaan sosiaalisilla vaatimuksilla ja rooleilla, jotka vaativat yksilöä ottamaan vastuuta myös tehtävistä, jotka eivät herätä sisäistä kiinnostusta. (Ryan & Deci 2000a, 60.)

Tyypillisesti ihminen työskentelee elämänsä aikana myös saavuttaakseen tavoitteita, joihin hän ei ole spontaanisti sisäisesti motivoitunut. Erityisesti yhteiskuntaan osallistumiseen liittyy monia tavoitteita, joita yksilö ei ehkä luonnostaan tavoittelisi. Hänen oletetaan muun muassa kouluttautuvan, hankkivan ammatin ja työpaikan ja perustavan perheenkin. Monet toimivatkin näin. Kiinnostava kysymys on, mikä saa

yksilön sisäistämään tavoitteet, jotka alun perin tulevat ulkoa päin. (Vasalampi 2017, 43.)

Vaikka sisäisen ja ulkoisen motivaation sisällöt ovat erilaisia, niitä ei voida pitää täysin erillisinä. Ennemmin ne täydentävät toisiaan esiintyen yhtäaikaaisesti, vaikka toiset motiivit ovat toisia vallitsevampia. (Ruohotie 1998, 38.)

Oppimismotivaation tutkimusta tänä päivänä kuvaa se, että sen selittämiseen on useita teorioita. Teorioissa esiintyy näkökulmia ja termejä, jotka liittyvät minäkuvaan tai erilaisiin kompetensseihin, kiinnostus tiettyyn asiaan ja muiden ihmisten merkitys motivaatioon. Uusimmissa teorioissa myös tunteiden merkitys on keskeisesti esillä. (Salmela-Aro 2017, 10.) Seuraavaksi esittelen kolmen motivaatioteorian piirteitä. Näistä kolmesta teoriasta painotan erityisesti Decin ja Ryanin kehittämää itsemääräämisteoriam, joka lienee edelleen suosituimpia motivaatioteorioita (ks. Salmela-Aro 2017, 10).

### **5.3 Itsemääräämisteoriam**

Itsemääräämisteoriam (*self-determination theory*) on yksi tutkituimmista teorioista ihmisen motivaation selittämiseen (Vasalampi 2017, 42). Se rakentuu kuuden osateorian pohjalta ja sen tutkimus keskittyy pääasiassa psykologiselle tasolle (Ryan & Deci 2017, 3). Tässä tutkimuksessa käsittelen kuudesta osateoriasta kahta: organismita integraatioteoriam sekä perustarpeiden teoriam. Valitsin nämä osateoriat, koska ne soveltuvat erityisen hyvin tutkimani kysymyksen selittämiseen.

Laajuudestaan huolimatta itsemääräämisteorialla on Salmela-Aron (2010) mukaan selkeä keskeinen viesti. Sen mukaan ihmiset motivoituvat siitä, kun he saavat itse päättää tekemisistään. (Salmela-Aro 2010, 10).

Edward L. Decin ja Richard M. Ryanin kehittämässä itsemääräämisteoriassa on lähtökohtana oletus, että ihminen on luonnostaan aktiivinen, motivoituva sekä itseään ohjaava. Ihmisellä on siis taipumus asettaa itselleen tavoitteita, pyrkii suoriutumaan ympäristöstä haasteista ja liittämään uudet kokemukset minäkuvansa osaksi. Motivaation määrittelyssä Deci ja Ryan lähtevät ajatuksesta, että yksilöt eivät eroa vain sen suhteen kuinka paljon jokin asia kiinnostaa heitä, vaan myös sen suhteen, miksi he ovat motivoituneita tekemään jotakin. (Vasalampi 2017, 42.)

Itsemääräämisteoriam jakaa motivaation jatkumolle kontrolloidusta itsenäiseen. Vaik-

ka teoria on psykologinen, tutkimuksessa on myös huomioitu psykologisten prosessien biologisia perusteita ja tarkasteltu niitä evoluution näkökulmasta. (Ryan & Deci 2017, 3.)

Oleellinen osa itsemääräämisteoriaa on käsitys siitä, että ulkoistakin motivaatiota on monenlaista. Se vaihtelee asteittain sen mukaan kuinka autonomista tai kontrolloitua se on. (Gagne & Deci 2005, 340.) Kun henkilö (esimerkiksi vanhempi, opettaja, johtaja, valmentaja tai terapeutti) pyrkii edistämään tiettyä käyttäytymistä toisessa ihmisessä, voi tämän toisen ihmisen motivaatio käytöksen toteuttamiseen vaihdella. Hänen motivaationsa voi olla tasoltaan haluttomuutta, passiivista suostumista, aktiivista sitoutumista tai jotakin näiden väliltä. (Deci & Ryan 2000b, 71).

### 5.3.1 Organisminen integraatioteoria

Ryan ja Deci kuvaavat ulkoisen motivaation asteittaista jakaumaa janan avulla (ks. kuva 5.1). Janan vasemmassa päässä on amotivaatio, eli tila jossa henkilöllä ei ole aikomustakaan toimia. Oikeassa päässä taas on sisäisesti motivoitunut tila, jolloin henkilö tekee jotakin täysin sen luontaisen mielekkyyden vuoksi. Ulkoisesti motivoitunut käyttäytyminen taas sijoitetaan janan keskelle amotivaation ja sisäisen motivaation väliin. (Deci & Ryan 2000b, 72). Tämä janan avulla hahmotettava jako sisältyy yhteen kuudesta itsemääräämisteorian osateoriasta nimeltään *organisminen integraatioteoria*.



**Kuva 5.1.** Motivaation tyypit itsemääräämisteoriassa (soveltan Deci & Ryan 2000b, 72)

Tarkastellaan janan keskivaihetta, eli ulkoisen motivaation neljää eri tyyppiä. Aloitetaan vasemmanpuoleisesta, josta käytetään nimitystä täysin ulkoinen säätely. Vasalammen (2017) mukaan täysin ulkoisesti säädeltyjen motiivien kautta toimiessaan yksilö tekee jotakin pelkästään muiden ihmisten tai tilanteen asettamien vaatimus-

ten vuoksi. Tällainen, täysin ulkoisiin vaatimuksiin perustuva tavoite tai toiminta voi kuitenkin myös sisäistyä. (Vasalampi 2017, 43.)

Kun yksilö sisäistää kokonaan ulkoisiin vaatimuksiin perustuvan tavoitteen tai toiminnan siinä määrin, että hän toimii välttääkseen itsehäpeän, syyllisyyden tai ahdistuksen tuntemista tai säilyttääkseen itsearvostuksensa, puhutaan sisäänkääntyneestä ulkoisesta säätelystä. Sisäänkääntynyt ulkoinen säätely edustaa siis suhteellisen kontrolloitua motivaatiota ja sen alueella käytös suoritetaan kielteisten tunteiden välttämiseksi tai oman egon kohentamiseksi. Tällaisista syistä syntynyt toiminta ei useinkaan johda sinnikkääseen tai pitkäkestoiseen tekemiseen. Kahdesta vähiten sisäistyneestä ulkoisen motivaation tyypistä käytetään myös termiä kontrolloitu motivaatio kuvaamaan sitä, että tyypit ovat enimmäkseen ulkoa säädeltyjä. (Vasalampi 2017, 43; Deci & Ryan 2000b, 72.)

Ulkoiset motiivit voivat yhä sisäistyä siten, että yksilö havaitsee ja hyväksyy toiminnan arvon. Hän siis kiinnittyy ympäristön tavoitteisiin ja sääntöihin (Vasalampi 2017, 43). Tällöin puhutaan kiinnittyneestä säätelystä, joka on autonomisempi, tai omaehtoisempi, motivaation tyyppi. Tällä alueella yksilö tietoisesti arvostaa päämäärää siten, että hän hyväksyy sen itselleen tärkeäksi. (Deci & Ryan 2000b, 72.)

Ulkoisen motivaation tyypeistä lähimpänä sisäistä motivaatiota on integroitu säätely. Yksilö on tällöin sulattanut toiminnan tai tavoitteen osaksi omia tavoitteitaan. Toiminta tai tavoite on siis hänelle henkilökohtaisesti tärkeä ja merkityksellinen. Integroidun motivaation piiriin määriteltävillä toimilla on paljon yhteisiä ominaisuuksia sisäisen motivaation kanssa. Ne kuitenkin määritellään ulkoisiksi, koska ne tehdään itse tekemisestä eroteltavan tuloksen vuoksi siitä saatavan luontaisen nautinnon sijaan. Tällainen motivaatio johtaa silti vahvaan sitoutumiseen ja tutkimukset ovat osoittaneet, että integroitu säätely voi olla sisäisen motivaation lisäksi erittäin hyödyllistä tavoitteiden saavuttamisessa. Se nimittäin auttaa yksilöä työskentelemään tavoitteen eteen, vaikka työskentely ei aina tuottaisi mielihyvää. (Vasalampi 2017, 43; Deci & Ryan 2000b, 72.)

Ympäristön asettamiin tavoitteisiin, arvostuksiin ja sääntöihin voi kiinnittyä jopa niin vahvasti, että yksilö samaistuu motiiveihin ja muuttaa alun perin ulkoisen vaatimuksen omaksi motiivikseen. Tällöin ulkoinen motivaatio muuttuu sisäiseksi. (Vasalampi 2017, 43). Esimerkiksi oppilas, jonka on ulkoisesta pakosta opiskeltava tiettyä oppiainetta, voi ajan saatossa innostua siitä sisäisesti. Pakollisesta oppiaineesta voikin tulla mielenkiinnon kohde, harrastus tai jopa innostava työ.

Kiinnittyneestä, integroidusta ja täysin sisäisestä säätelystä käytetään myös nimitystä autonominen motivaatio. Tällä kuvataan sitä, että näissä tapauksissa motivaatio on jo hyvin itseohjautunutta. (Vasalampi 2017, 43.)

### 5.3.2 Perustarpeiden teoria

Itsemääräämisteorian tutkimuksessa on pyritty selvittämään millainen sosiaalinen ympäristö edesauttaa ja millainen estää luonnollista motivoituneisuutta ja tervettä psyykkistä kehitystä. Tutkimuksissa havaittiin, että kun kolme synnynnäistä psykologista tarvetta toteutuvat, ne lisäävät yksilön motivoituneisuutta ja henkistä hyvinvointia. Nämä tarpeet ovat tarve kyvykkyyden tunteeseen, tarve omaehtoisuuteen (tai autonomiaan) ja tarve yhteenkuuluvuuden tunteeseen. Jos taas perustarpeet eivät täyty, motivoituneisuus ja hyvinvointi laskevat. (Deci & Ryan 2000b, 68.) Kolme psykologista perustarvetta muodostavat ytimen itsemääräämisteorian osateorialle nimeltään *perustarpeiden teoria*.

Omaehtoisuuden tarpeella tarkoitetaan sitä, että yksilön on mahdollista valita eri asioita elämässään sekä vaikuttaa päätöksentekoon ja omaan tekemiseensä. Kyvykkyyden tunteella viitataan tunteeseen osaamisesta sekä pätevyydestä. Yhteenkuuluvuuden tarve taas perustuu oletukseen jokaisen ihmisen tarpeesta kokea yhteenkuuluvuutta. (Vasalampi 2017, 46.) Ryanin ja Decin (2017) mukaan kaikki kolme perustarvetta ovat keskeisiä yksilön hyvinvoinnille. Eri tilaissa vaihtelee se, mikä perustarve on keskeisessä roolissa. (Deci & Ryan 2017, 247.)

## 5.4 Tavoiteorientaatiot

Tavoiteorientaatiot ovat yksi tapa selittää oppimismotivaatiota. Chengin (2012) mukaan tavoitteet viittaavat syihin saavuttaa jotakin. Hän havainnollistaa niitä esimerkin avulla: Kahdella opiskelijalla on sama tavoite tulla hyväksytyksi arvostettuun opettajankoulutusohjelmaan. Näillä opiskelijoilla voi kuitenkin olla eri tavoiteorientaatiot, tai syyt, tulla hyväksytyksi. Toinen saattaa haluta oppia hyviä opetuskäytäntöjä ja toinen taas osoittaa muille omaa pätevyyttään. Vaikka opiskelijoilla on sama tavoite tulla hyväksytyksi ohjelmaan, heidän motivaationsa on erityyppistä ja tämä voi vaikuttaa heidän suoriutumiseensa myöhemmin. (Cheng 2012, 32.)

Tynjälän (1999) mukaan tavoiteorientaatioteoriat lähtevät perusolettamuksesta, että oppimistilanteissa oppilaiden henkilökohtaiset tavoitteet luovat viitekehyksen, jonka

puitteissa he tulkitsevat eri tilanteita ja toimivat niissä. Tavoiteorientaatio tarkoittaa tavoitteiden ja niiden ohjaamien toimintapyrkimysten muodostamaa kokonaisuutta. Tavoiteteoreettisissa motivaatiotutkimuksissa on identifioitu joitakin perusorientaatioita tai suuntautumistapoja. Niistä tärkeimpiä ovat tehtäväsuuntautuneisuus ja oppimisorientaatio, suoritusorientaatio, välttämisorientaatio ja minäsuuntautuneisuus sekä sosiaalinen riippuvuussuuntautuneisuus. (Tynjälä 1999, 102.) Seuraavaksi kuvailen näiden perusorientaatioiden ja suuntautumistapojen pääpiirteitä.

Suoriutumisorientoitunut oppilas kiinnittää tyypillisesti huomionsa omaan kyvykkyyteensä ja pyrkimykseen olla parempi kuin toiset (Tynjälä 1999, 103). Suoriutumiin tähtäävien tavoitteiden pyrkimyksenä on todistaa yksilön kykyä sekä kohentaa itsetuntoa (Rusk & Rothbaum 2010, 32).

Tehtäväsuuntautunut oppilas puolestaan kiinnittää huomionsa ennen kaikkea itse tehtävään ja sen sisältöön välittämättä juurikaan ulkoisista tekijöistä. Tällaista suuntautumista nimitetään myös oppimisorientaatioksi. (Tynjälä 1999, 102-103.) Oppimiseen keskittyneet tavoitteet tähtäävät henkilön kykyjen kehittämiseen (Rusk & Rothbaum 2010, 32).

Välttämisorientaatiolle on orientaatiotyyppinä ominaista oman minän suojeleminen ja epäonnistumisen pelko. Oppilas pyrkii tällöin välttämään tilanteita, joissa hän saattaa epäonnistua. Jos keskeiseksi tavoitteeksi nousee oman minän suojeleminen huonon suorituksen seurauksilta, puhutaan myös minäsuuntautuneisuudesta. (Tynjälä 1999, 103-104.) Välttämiseen pohjautuvat tavoitteet johtavat erityisen usein negatiivisiin tuloksiin, joihin liittyy mm. levottomuutta, periksi antamista ja huonoa suoriutumista. (Rusk & Rothbaum 2010, 32). Välttämisorientaatiota voi havaita esimerkiksi oppitunnilla, jos oppilas kokee onnistumisen paineen liian suureksi.

Sosiaalisesti riippuvainen oppilas motivoituu ensisijaisesti toisilta saamastaan palautteesta. Hän hakee hyväksyntää opettajalta sekä tovereiltaan ja häntä ohjaa se, mitä hän ajattelee muiden häneltä odottavan. (Tynjälä 1999.) Esimerkiksi oppilas, joka valitsee valinnaisaineen lähinnä siksi, että hän olettaa saavansa ikätovereidensa hyväksynnän tekemällä valinnalla, on ainakin tässä tilanteessa sosiaalisesti riippuvainen.



## 5.5 Odotusarvoteoria

Odotusarvoteorian mukaan yksilön valintoja, periksiantamattomuutta sekä suoriutumista voidaan selittää sillä, kuinka hän uskoo suoriutuvansa tietystä tehtävästä ja kuinka paljon hän arvostaa sitä (Mitchell-Caston 2018, 11). Salmela-Aro (2017) mainitsee, että teorian mukaan ihmisten odotukset mahdollisuuksista pärjätä eri tilanteissa ja heidän arvostamansa asiat toimivat pohjana esimerkiksi oppimiselle. Ajatellaan, että jos henkilö uskoo pärjäävänsä tietyssä tehtävässä ja arvostaa siinä onnistumista, hän panostaa siihen ja menestyy. (Salmela-Aro 2017, 10.) Nuori, joka katsoo olevansa taitava jalkapallossa ja tahtoo pärjätä lajissa, todennäköisesti myös harjoittelee ahkerasti ja kehittyy taitavaksi.

Kun motivaatiota tarkastellaan odotusarvoteorian kautta, ytimessä ovat siis yksilön eri asioille antamat odotukset ja arvostukset. Viljarannan (2017) mukaan teorian kehittäneet Eccles ja hänen kollegansa jakavat odotukset ja arvostukset edelleen osa-alueisiin. Odotukset jaetaan kahteen ulottuvuuteen, joista ensimmäinen liittyy näkemykseen omista kyvyistä ja osaamisesta tietyllä alueella. Sillä vastataan kysymykseen siitä, kuinka hyvä, kyvykäs tai taitava henkilö kokee olevansa tietyssä asiassa. Toinen ulottuvuus taas liittyy onnistumisen tai epäonnistumisen ennakkointiin. Se vastaa kysymykseen siitä, kokeeko henkilö voivansa onnistua tietyssä asiassa. (Viljaranta 2017, 54.)

Tehtävän arvolla tarkoitetaan odotusarvoteoriassa sitä, kuinka vahvasti ja miksi juuri tietty tehtävä vetää yksilöä puoleensa tai saa siihen sitoutumaan. Arvon muodostavat kolme osatekijää, jotka ovat kiinnostusarvo, hyötyarvo ja tärkeysarvo. Kiinnostusarvolla tarkoitetaan yksilön kiinnostusta tehtävää itseään kohtaan ja sitä, kuinka paljon hän sen tekemisestä pitää. Hyötyarvo kertoo, missä määrin yksilö kokee tehtävästä suoriutumisen hyödyttävän muiden tavoitteiden saavuttamista ja tärkeysarvo osoittaa, kuinka tärkeäksi yksilö kokee tehtävään sitoutumisen ja siinä onnistumisen minäkuvansa kannalta. (Viljaranta 2017, 54.)

## 5.6 Teoreettisen viitekehyksen koonti

Tutkimuksen tuloksia voidaan tulkita eri tavoin riippuen siitä, mitä viitekehystä tutkija käyttää (Vilka 2007). Siksi relevantin teoreettisen viitekehyksen muodostaminen on oleellista. Valitsin tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen kolme eri motivaatioteoriaa, joissa kussakin on omanlaisensa lähtökohta siihen, miten motivaatiota

selitetään. Lisäksi valitsin duaalisen mallin, jossa motivaatio jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen osioon. Kuvassa 5.2 tiivistän käyttämäni kolmen teorian keskeiset piirteet sekä jaon sisäiseen ja ulkoiseen motivaatioon.

Itsemäääämis- teoria	Tavoite- orientaatiot	Odotusarvo- teoria	Jako sisäiseen ja ulkoiseen
Ihminen motivoituu siitä, kun saa päättää omista tekemisistään	Eri ihmisillä motivoitumises- sa painottuvat eri tavoiteorien- taatiot	Ihmisen odotukset ja arvostukset selittävät miksi hän motivoituu tietyistä asioista	Sisäinen motivaatio syntyy ihmisen omasta kiinnostuksesta, ulkoinen tulee ympäristöstä

**Kuva 5.2.** Teoreettisen viitekehyksen koonti

Valitsin tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen sisällytettävät motivaatioteoriat tiettyjen kriteerien pohjalta. Valintakriteereinäni toimivat teorian soveltuminen tutkittavan ilmiön selittämiseen ja se, kuinka paljon sekä kuinka uutta tieteellistä tutkimusta on teoriasta on olemassa.

## 6 Tutkimuksen toteuttaminen

Tässä luvussa kerron tutkimukseni toteuttamisesta. Ensin käsittelen sitä, miksi päädyin valitsemini menetelmiin. Sitten esitän kiteyttämäni tutkimuskysymykset. Tämän jälkeen kerron minkälaisen tutkimusaineiston keräsin ja miten. Lopuksi kuvailen käyttämäni kyselylomakkeen rakenteen.

### 6.1 Tutkimusmenetelmien valinta

Tutkimustyöni alussa, lokakuussa 2019, laadin itselleni aikataulun. Karkeasti ottaen sen mukaan valmistelisin tutkimuksen toteutuksen marras- sekä joulukuussa ja ke- räisin aineiston tammi- ja helmikuussa. Analysoinnin ja kirjoitustyön viimeistelyn tekisin huhtikuun puoleen väliin mennessä. Tutkimuksessa käytettäviä menetelmiä valitessani arvioin sitä, kuinka paljon eri menetelmät veisivät aikaa ja kuinka hyvin ne soveltuvat tutkittavan kysymyksen selvittämiseen. Päätin, että valtaosan aineistosta kerään sähköisellä kyselyllä jota voisin täydentää joitakin oppilaita suullisesti haastatteleamalla aikataulun salliessa.

Nyt olen palauttamassa työtä ensimmäiseen tarkastukseen huhtikuun alussa 2020. Työni on pysynyt aikataulussa mutta kyselyä täydentävien haastattelujen teko jäi maailman tilanteen vuoksi tekemättä tänä keväänä. Suomeenkin levinnyt koronavirus pandemia aiheutti koulujen siirtymisen etäopetukseen. Tämä siirtymä aiheutti niin paljon kiireitä kouluissa, että etähaastattelujen järjestäminen ei ollut mahdollista.

Tutkimusprosessi on täynnä pieniä valintoja ja jokaisen yksityiskohdan ennakointi on melko mahdotonta. Hyvä etukäteissuunnittelu auttaa jo paljon. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Tein tutkimuksen aiheesta, jota on vain vähän tutkittu. Tämä asetti omat haasteensa suunnitteluvaiheeseen, kun hain toimivia ideoita aineistonkeruuseen. Motivaatiota on toki tutkittu aiemmin, mutta nimenomaan motivaatiosta robotiikan opintoihin nuorilla en löytänyt aiempaa tutkimustietoa.

Tutkimustyön aikana motivaation tutkiminen on osoittautunut haastavaksi aiheeksi, koska motivaatio on niin moniselitteinen ilmiö. Teoreettisen viitekehyksen ja kerättävän aineiston yhteensovittaminen oli suunniteltava huolellisesti. Motivaation muodostumista selvittäessäni etsin erityisesti robotiikan opiskelun sisäistä motivaatiota selittäviä tekijöitä. Sisäinen motivaatio on oleellinen motivaation tyyppi pit-

käjänteisen, hyviä tuloksia ja oppimisen iloa tuottavan työskentelyn kannalta (ks. Motivaatio-osa). Kun siis etsin vastauksia kysymykseen ”Mikä motivoi nuoret robotiikan pariin?”, olin erityisen kiinnostunut siitä, mikä vaikuttaa nuorten sisäiseen motivaatioon opiskella robotiikkaa.

Sain tutkimuksen toteuttamiseen ajatuksia muita oppiaineita koskevasta motivaatio-tutkimuksesta. Mainittakoon Telihin (2015) tutkimus ulkoisen ja sisäisen motivaation yhteydestä koulumenestykseen.

Tutkimukseen on aina sovellettava tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia, eettisesti kestäviä tiedonhankintamenetelmiä (TENK 2012, 6). Motivaation synnyn tutkiminen on haastava aihe ja käytin tutkimuksessani aineiston keräämiseen usein käytettyjä sekä toimivaksi havaittuja tiedonhankintamenetelmiä. Pääosan aineistosta keräsin sähköisellä kyselylomakkeella ja siitä saatua informaatiota oli tarkoitukseni täydentää haastattelulla.

Kyselylomake on tapa kerätä aineistoa, jossa kysymysten muoto on standardoitu eli vakioitu. Se soveltuu henkilön ja häntä koskevien asioiden, esimerkiksi mielipiteiden, asenteiden, ominaisuuksien ja käyttäytymisen havainnointiin (Vilkkä 2007, 28). Tutkimuksen määrällisessä osiossa motivaation ja siihen vaikuttavien kausaali-teettien tutkiminen onnistui kyselylomakkeella esitettävien, standardoitujen kysymysten kautta. Näin saatoin selvittää esimerkiksi sen, ovatko oppilaat keskimääräistä motivoituneempia robotiikan opintoihin, mikäli he kokevat vanhempiansa arvostavan robotiikan opintoja.

Kysely soveltuu aineiston keräämiseen tavaksi erityisesti silloin, kun tutkittavia on paljon ja he ovat hajallaan (Vilkkä 2007, 28). Kun tutkitaan kokonaisen kaupungin nuoria, on tavoitettava oppilaita eri kouluista kattavan otoksen saamiseksi. Myös tästä syystä kyselylomake on otollinen tutkimusmenetelmä.

Kun oppilaat olivat vastanneet kyselylomakkeisiin, käsittelin vastaukset ja etsin niistä yhtenäisiä teemoja. Tässä vaiheessa saatujen tulosten perusteella olisin päättänyt haastattelujen lopulliset kysymykset. Pientä määrää oppilaista haastatteleamalla olisin täydentänyt, vahvistanut ja selittänyt kyselyosassa saatuja havaintoja. Haastattelumenetelmänä olisin käyttänyt puolistrukturoitua haastattelua, jossa kaikille haastateltaville esitetään samat tai lähes samat kysymykset samassa järjestyksessä (Kauppinen & Puusniekka 2006).

Kyselyn tulosten käsittelyssä hyödynsin tilastollisia menetelmiä, erityisesti regres-

sioanalyysiä. metsämuurosen (2009) mukaan tilastotieteen yhtenä pyrkimyksenä on kehittää sellaisia menetelmiä, joita käyttäen voidaan tehdä päätelmiä empiirisistä eli kokemusperäisistä ilmiöistä. Tilastollisia menetelmiä käyttäen tällaisista ilmiöistä pyritään löytämään säännönmukaiset sekä satunnaiset tekijät, arvioimaan ilmiöiden välisiä yhteyksiä ja pyritään erottamaan ilmiöt toisistaan. (metsämuuronen 2009, 35.)

## **6.2 Tutkimuskysymykset**

Tutkimuksessa etsin vastauksia pääkysymykseen ”Mikä motivoi nuoret opiskelemaan robotiikkaa yläkoulussa?”. Tämän kysymyksen jaoin pienempiin alakysymyksiin:

1.1 Mitkä ulkoisen motivaation tekijät vaikuttavat eniten nuorten sisäiseen motivaatioon robotiikan opiskelua kohtaan?

1.2 Mitkä tekijät nuoret kuvaavat merkityksellisiksi motivaatiota nostaviksi ja laskeviksi tekijöiksi?

Määrällisen tutkimuksen oleellisimpia vaiheita on tutkittavaa asiaa koskevien teoreettisten käsitteiden muuttaminen käytännön ja arkikielen tasolle. Tämä vaihe on nimeltään operationalisointi (Vilka 2007, 36). Osakysymykseen 1.1 hain vastauksia erityisesti monivalintakysymysten kautta, joissa selvitin oppilaille ymmärrettävien kysymysten kautta heidän sisäisen motivaationsa tasoa sekä eri ulkoisen motivaation tekijöiden toteutumista. Osakysymykseen 1.2 hain vastauksia suoraviivaisesti lomakkeen avointen kysymysten kautta. (Ks. **Liite 1**)

## **6.3 Tutkimusaineisto ja sen kerääminen**

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mikä motivoi riihimäkeläisiä nuoria robotiikan pariin. Toteutin sen tapaustutkimuksena keräten aineistoa sähköisellä kyselyllä kaupungin jokaisen yläkoulun oppilailta.

Kattavan otoksen saamiseksi keräsin vastaajia runsaasti kaikista kaupungin kolmesta yläkoulusta. Kustakin koulusta tutkimukseen pyydettiin kaikki valinnaista robotiikkaa opiskelevat oppilaat kahdeksannelta ja yhdeksänneltä luokalta sekä joukko oppilaita (vähintään 4 tyttöä ja 4 poikaa molemmilta luokka-asteilta) jotka eivät opiskele valinnaista robotiikkaa. Kyselyyn tavoiteltavassa oppilaismäärässä painotin vahvasti valinnaisen robotiikan valinnoita oppilaita, koska heillä oletettavasti on motivaatiota robotiikan opiskelua kohtaan.

Lopulliseen analyysiin sain 67 valinnaisen robotiikan oppilaan ja 59 muun oppilaan vastaukset. Runsas vastausten määrä auttoi luotettavan analyysin tekemisessä. Muista kuin valinnaista robotiikkaa opiskelevista vastaajista 36 on tyttöjä, 21 poikia ja 2 ilmoitti sukupuolekseen muu. Valinnaista robotiikkaa opiskelevista vastaajista sen sijaan vain 9 on tyttöjä, kun poikia on 53 sekä muuta sukupuolta edustavia 5. Koulujen tilastoinnin mukaan (Ks. taulukko 6.1) oppilaat kuitenkin jakautuvat tyttöihin sekä poikiin. Tulkitsen asian siten, että joko koulujen tilastoihin ei päivitetä oppilaiden sukupuolta heidän oman kokemuksensa mukaan tai osa oppilaista vastasi kyselyssä huvin päiten sukupuolekseen "muu".

Taulukossa 6.1 esitän Riihimäen koulujen kahdeksansien sekä yhdeksänsien luokkien oppilasmäärät yhteenlaskettuna.

**Taulukko 6.1. Oppilasmäärät**

<b>Ryhmä</b>	<b>Oppilasmäärä</b>
Yhteensä	695
Tytöt	331
Pojat	364
Valinnaisen robotiikan opiskelijat yhteensä	92
Valinnaista robotiikkaa opiskelevat pojat	75
Valinnaista robotiikkaa opiskelevat tytöt	17
Kyselyyn vastanneet valinnaisen robotiikan opiskelijat	67
Kyselyyn vastanneet ei valinnaista robotiikkaa opiskelevat	59

Mielenkiintoista olisi ollut tutkia kaikkia yläkoulun luokka-asteita, mutta tutkimukseen käytettävissä olevat ajalliset resurssit eivät siihen riittäneet. Päätin jättää juuri seitsemännen luokka-asteen tutkimuksen ulkopuolelle, koska valinnainen robotiikka alkaa vasta kahdeksannella luokalla.

Työn alkuvaiheessa etsin aiempia tutkimuksia motivaatiosta robotiikan opiskeluun. Näiden avulla olisin voinut muodostaa hypoteesin sekä peilata lopuksi myöhemmin saamiani tuloksia niihin. Tutkimuksia motivaatiosta robotiikan opiskeluun juurikaan löytynyt (ks. luku 3).

Aiemman tutkimuksen vähyyteen ainakin Suomen osalta vaikuttanee se, että robotiikan opetus on uusi ilmiö. Pilottikaupunkina toimivalla Riihimäelläkin ensimmäinen

koulussa toimiva robotiikkakerho aloitti vasta vuonna 2014. Muissa kaupungeissa on opetettu robotiikkaa peruskouluissakin, muttei yhtä laajamittaisesti kuin Riihimäellä tällä hetkellä. Aiemman tutkimuksen puuttuessa lähdin avoimin mielin tekemään tutkimusta ja etsimään robotiikan opiskelun motivaatioon vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimuksen valmisteluvaiheessa vierailin useasti Riihimäellä keskustellen kaupungin sivistysjohtajan, robotiikkaan erikoistuneiden opettajien ja muiden robotiikkahankkeen parissa työskentelevien henkilöiden sekä oppilaiden kanssa. Seurasin myös muutamia robotiikan oppitunteja sekä vierailin Riksun Robopäivät –tapahtumassa (25.10.2019). Eri tilanteissa käydyt keskustelut olivat hedelmällisiä ja niiden avulla sain alustavan käsityksen siitä, mikä nuoria motivoi robotiikan pariin. Tämän käsityksen pohjalta pyrin valitsemaan kyselylomakkeeseen relevantteja kysymyksiä.

Tutkimukseen tarvittavan tutkimuslupan anoin ja sain kaupungin sivistysjohtajalta. Näin virallista lupaa ei tarvinnut hakea jokaiselle koululle erikseen. Tutkimukseen osallistuvien koulujen rehtoreille tiedotin tutkimuksesta sähköpostitse.

Sähköisen kyselyn toteutuksessa sain merkittävää tukea Riihimäen robotiikkaan erikoistuneilta opettajilta. Heidän kauttaan kulki tieto tutkimuksesta oppilaiden huoltajille. He myös teettivät kyselyn omassa koulussaan ja välittivät muiden koulujen opettajille laatimani ohjeistuksen kyselyn toteuttamisesta (ks. liite 10.2). Oppilaiden huoltajille kerrottiin tutkimuksen tarkoitus ja tieto siitä, että he voivat kieltää nuoren osallistumasta tutkimukseen ilman seuraamuksia. Kunkin ryhmän oppilaille kerrottiin ennen tutkimuksen aloitusta, että sen tekeminen on anonyymiä ja vapaaehtoista. Oppilaat saattoivat niin halutessaan jättää vastaamatta kyselyyn.

## **6.4 Kyselylomakkeen rakenne**

Valtaosa tutkimuksen aineistosta kerättiin sähköistellä kyselylomakkeella. Lomakkeessa on yhteensä 22 monivalintakysymystä / -väittämää sekä 2 avointa kysymystä. Loin lomakkeen Google Formsia käyttäen, koska katsoin sen olevan käytännöllisin vaihtoehto kyselyn luomiseen ja vastausten keräämiseen. Google Forms tallentaa täytetyn lomakkeen tiedot Google Sheets-taulukkona, joka on muunnettavissa Excel-taulukoksi aineiston käsittelyä varten.

Lomakkeen monivalintakysymykset voidaan jakaa demografisiin sekä motivaatiota koskeviin. Demografisissa kysymyksissä selvitettiin vastaajien taustatietoja. Kultakin vastaajalta pyydetty taustatiedot olivat luokka-aste, sukupuoli ja tieto siitä, opiske-

leeko hän valinnaista robotiikkaa. Vastaajilta kysyttiin myös viimeisin matematiikan arvosana sekä valinnaista robotiikkaa opiskelevilta oppiaineen viimeisin arvosana.

Motivaatiota koskevat kysymykset esitin väittäminä, jotka jaottelin kyselylomakkeessa (Ks. **Liite 1**) sisäistä motivaatiota mittaaviin (väittämät E, F, H, J, L, N, P, Q, R ja S) sekä ulkoisten motivaation tekijöiden toteutumista selvittäviin (väittämät G, I, K, M, O ja T). Lisäksi niiltä oppilailta, jotka eivät opiskele valinnaista robotiikkaa, selvitettiin monivalinnalla (väittäjä u) suurinta syytä olla valitsematta robotiikkaa valinnaisaineeksi.

Kaikkiin näihin motivaatiota koskeviin väittämiin vastattiin Likert-asteikolla, jota käytetään Vilkan (2017) mukaan usein mitattaessa mielipiteitä. Asteikon perusideana on, että sen keskikohdasta lähtien toiseen suuntaan samanmielisyys kasvaa ja toiseen suuntaan samanmielisyys vähenee. (Vilka 2017, 46). Tutkimuksessa käyttämäni Likert-asteikko on 4-portainen ja vastausvaihtoehtoina olivat täysin samaa mieltä, osittain samaa mieltä, osittain eri mieltä ja täysin eri mieltä.

Sisäistä motivaatiota mittaavilla väittämillä pyrin selvittämään, kuinka motivoitunut oppilas on itse robotiikan opiskelusta. Tyypillisiä väittämiä olivat esimerkiksi ”Robottien suunnittelu on mielestäni mieluisaa tekemistä” ja ”Pidän robotiikan opiskelusta”. Eri ulkoisia motivaation tekijöitä mitattiin mm. väittämillä ”Vanhempani pitävät robotiikan opintoja tärkeänä” ja ”Kaveripiirissäni pidetään robotiikkaa mielenkiintoisena”.

Monivalintakysymysten lisäksi lomakkeessa oli kaksi avointa kysymystä. Niistä ensimmäisessä kysyttiin mitkä tekijät laskevat vastaajan motivaatiota robotiikan opiskeluun ja toisessa mitkä tekijät lisäävät sitä.



## 7 Aineiston käsittely ja tulokset

Tässä luvussa kuvaan ensin miten käsittelin tutkimuksen aineiston, jonka jälkeen esitän siitä saadut tulokset. Luvussa 8 esitän tuloksista tekemäni johtopäätökset perusteluineen.

### 7.1 Kelpaamattomien vastausten seulonta

Aineistoa tarkastaessaan tutkija saattaa löytää kerätystä aineistosta tietojen epäloogisuutta tai muuten epäilyttäviä tuloksia (Vilkkä 2017, 114). Ennen aineiston varsinaista analysointia poistin tarkastelusta ilmeisen huolimattomasti tehdyt vastaukset.

129 vastauksesta jouduin poistamaan kolme, joten lopulliseen tarkasteluun niistä jäi 126. Kelpaamattomassa vastauksessa saattoi esimerkiksi olla lähes jokainen vastaus ”Täysin eri mieltä”. On toki mahdollista, että oppilas on niin vähän motivoitunut robotiikan opiskelusta, että on aidosti täysin eri mieltä suurimman osan väittämistä kanssa. Kuitenkin yksi väittämistä ”koen robotiikan tylsäksi oppiaineeksi” esitettiin ns. negaationa. Oppilaan osoittaessa muissa väittämissä täyttä välinpitämättömyyttä robotiikkaa kohtaan ja vastatessa edellä mainittuun väitteeseen ”Täysin eri mieltä”, vaikuttaa todennäköiseltä, että hän on vastannut summittaisesti.

### 7.2 Arvot numeroiksi

Sähköisen aineiston käsittelyn aloitin muuntamalla kunkin oppilaan jokaisen sisäistä motivaatiota ja ulkoisia motivaationtekijöitä koskevan vastauksen numeroarvoksi kokonaislukuasteikolla 1-4. Numerot määräytyivät seuraavasti sisäistä motivaatiota koskevien väittämien kohdalla: Mitä enemmän yksittäinen vastaus osoitti sisäistä motivoituneisuutta, sitä suurempi numeroarvo. Esimerkiksi väittämässä ”Saatan vapaa-ajallani ideoida missä robotiikkaa voitaisiin hyödyntää” vastaus ”Täysin samaa mieltä” tarkoittaa 4 pistettä, ”Osittain samaa mieltä” 3 pistettä, ”Osittain eri mieltä” 2 pistettä ja ”Täysin eri mieltä” 1 pistettä. Yksi sisäistä motivaatiota mittaava väittämä ”Koen robotiikan tylsäksi aineeksi opiskella” pisteytettiin päinvastaisessa järjestyksessä siten, että vastaus ”Täysin samaa mieltä” vastasi 1 pistettä jne.

Ulkoisia motivaationtekijöitä mittaavat väittämät pisteytettiin yhtä lailla numeroarvoiksi 1-4. Niissä korkea pistemäärä vastasi motivaationtekijän korkeaa ilmenemistä

oppilaan vastauksen mukaan. Esimerkiksi väittämässä “Vanhempani pitävät robotiikan opintoja tärkeänä” vastaus “Täysin samaa mieltä” vastasi 4 pistettä ja “Täysin eri mieltä” 1 pistettä.

Seuraavaksi laskin kullekin oppilaalle sisäisen motivaation lukuarvon arvoasteikolla [1, 4]. Tämä arvo muodostui suoraan sisäistä motivaatioita mittaavien vastausten keskiarvosta. Jos keskiarvoksi muodostui tietyllä oppilaalla esimerkiksi 1,66, se tarkoittaa, että hänen sisäinen motivaationsa on käytetyn mittarin mukaan selvästi matalampi kuin oppilaalla, jonka keskiarvona on 3,50. Taulukossa 7.2 esitän eri ryhmien sisäisen motivaation pisteiden keskiarvot.

**Taulukko 7.1.** Sisäisen motivaation pisteet

<b>Ryhmä</b>	<b>Lukumäärä</b>	<b>Sisäisen motivaation keskiarvo</b>
Kaikki oppilaat	126	2,1
Kaikki valinnaista robotiikkaa opiskelevat	67	2,6
Valinnaista robotiikkaa opiskelevat tytöt	9	2,3
Valinnaista robotiikkaa opiskelevat pojat	53	2,6
Valinnaista robotiikkaa opiskelevat muut	5	2,7
Kaikki ei valinnaista robotiikkaa opiskelevat	59	2,6
Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevat tytöt	36	1,7
Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevat pojat	21	1,4
Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevat muut	2	2,6

### 7.3 Tilastollinen analyysi

Kun olin laskenut oppilaille sisäisen motivaation lukuarvot, etsin sisäiselle motivaatiolle selittäviä tekijöitä ulkoisista motivaationtekijöistä. Selvitystä varten siirsin vastaukset Excel-tiedostosta SPSS-ohjelmaan. Tällä suoritin regressioanalyysin, jossa asetin selitettäväksi tekijäksi sisäisen motivaation ja selittäviksi tekijöiksi kyselyssä mukana olleet kuusi ulkoisen motivaationtekijää. Regressioanalyysin tein erikseen kolmelle joukolle vastauksista. Näistä oleellisin lienee kaikista vastauksista muodostettu analyysi. Tämän lisäksi analysoin erikseen robotiikan valinnaisoppilaat ja ne oppilaat, jotka eivät opiskele valinnaista robotiikkaa. Valinnaisen robotiikan oppilaita oli 67 ja muita oppilaita 59.

Käytin regressioanalyysissä sisäistä motivaatiota selittävinä tekijöinä ensin kaikkia kuutta tarkastelussa mukana ollutta, ulkoisia motivaationtekijöitä mittaavia väittämää (kysymykset G), I), K), M), O) ja T)). Kuitenkin koko joukolle sekä kaikille osajoukoille tehdyissä analyyseissä väittämä M) “Käsitykseni on, että valinnaistunneilla pääsee helpommalla kuin muissa valinnaisaineissa” osoittautui tilastollisesti merkityksettömäksi tekijäksi sisäisen motivaation selittämisessä. Lisäksi väittämän muotoilu saattoi olla hämmentävä. Parempi muoto olisi ollut “Käsitykseni on, että robotiikan valinnaistunneilla. . .” Näin jätin väittämän M) pois regressioanalyysistä.

Ennen lopullista regressioanalyysiä tarkastelin vielä mallin luotettavuutta laskemalla Cronbachin alfakertoimen jäljelle jääneille viidelle selittävälle tekijälle. Sen avulla voidaan tarkastella, kuinka yhdenmukaisesti eri kysymykset mittaavat samaa asiaa. Tämä kerroin lasketaan muuttujien keskimääräisten korrelaatioiden ja niiden lukumäärän perusteella. Tiettyä ilmiötä kuvaavan mallin tulkitaan olevan sitä yhdenmukaisempi, mitä suuremman arvon kerroin saa välillä  $[0, 1]$ . Metsämuurosen (2006) mukaan alfan arvoa 0,60 on yleisesti pidetty matalimpana hyväksyttävänä arvona. Tätä tosin ei ole enää pidetty ehdottomana lakina. (Metsämuuronen 2006, 451.) Joka tapauksessa koko aineistolle sekä eri osajoukoille lasketut varsin korkeat alfan arvot kertovat mallin olevan yhtenäinen: Kaikkien oppilaiden vastauksille laskettu alfakerroin on 0,870, ei robotiikkaa opiskeleville 0,776 ja robotiikan valinnaisopiskelijoille 0,876.

## 7.4 Regressioanalyysi

Kaikille oppilaille laskettu regressioanalyysi antoi matemaattisesti tarkasteltuna sisäistä motivaatiota hyvin selittäviä tuloksia. Tästä kertoo tehdyn analyysin korjattu selitysaste (*Adjusted R Square*), jonka arvoksi tuli 77,6 % ja merkitsevyystaso (*Significance*, lyhenne *sig*) joka sai arvon 0,000. Selitysaste ilmoittaa sen, kuinka suuren osan selitettävän muuttujan vaihtelusta selitettävät muuttujat selittävät. Merkitsevyystaso puolestaan kertoo kuinka suuri riski on sille, että analyysissä löydetty riippuvuus johtuu sattumasta.

Korjattu selitysaste kertoo aineiston efektikoosta, eli tässä tapauksessa siitä, millä painoarvolla asetetut selittävät tekijät selittävät sisäisen motivaation muodostumista. Korjatun selitysasteen ( $R^2$ ) tulkintaan käytetään usein seuraavia arvoja, joita kutsutaan Cohenin viitearvoiksi:  $0,26 \leq R^2$  suuri,  $0,13 \leq R^2 < 0,26$  keskikokoinen ja

$0,02 \leq R^2 < 0,13$  pieni (ks. Cohen 1988, 413-414).

Merkitsevyystasoa taas tulkitaan usein seuraavien raja-arvojen puitteissa: Aineiston katsotaan olevan tilastollisesti erittäin merkitsevä, jos  $Sig \leq 0,001$ , tilastollisesti merkittävä jos  $0,001 < Sig \leq 0,01$  ja tilastollisesti lähes merkitsevä jos  $0,01 < Sig \leq 0,05$ . Regressioanalyysin aineistoa kuvaavissa taulukoissa merkitsen Sig-arvojen perään \* kuvaamaan tilastollisesti lähes merkitsevää arvoa, \*\* kuvaamaan tilastollisesti merkittävää arvoa ja \*\*\* kuvaamaan tilastollisesti erittäin merkitsevää arvoa. Lisäksi merkitsen - kuvaamaan arvoa, joka on suurempi kuin 0,05 eli tilastollisesti merkityksetön.

Taulukosta 7.2 nähdään kuinka hyvin eri ulkoisen motivaation tekijät selittävät sisäisen motivaation arvoa tilastollisen analyysin perusteella. Regressiokerroin kertoo, kuinka paljon vastaajien sisäisen motivaation pisteet keskimäärin kasvoivat kunkin selittävän tekijän kasvaessa yhdellä pykälällä. Sarakkeesta Sig. (merkitsevyysaste) taas näemme merkitsevyystason, jonka tulkitsemisen kuvasin ylempänä.

**Taulukko 7.2.** Regressioanalyysi kaikilla oppilailla (N = 126)

<b>Tarkasteltava väite</b>	<b>Regressio- kerroin</b>	<b>Sig.</b>
T) Ajattelen, että minun kannattaa panostaa robotiikkaan tulevaisuudessa työllistymisen vuoksi	0,364	0,000 ***
K) Kaveripiirissäni pidetään robotiikkaa mielenkiintoisena	0,142	0,003 **
O) Uskon, että robotiikka on tulevaisuudessa yhä merkittävämpi asia yhteiskunnallisesti	0,120	0,010 **
G) Vanhempani pitävät robotiikan opintoja tärkeänä	0,115	0,022 *
I) Opettajat ovat suositelleet minulle robotiikkaa valinnaisena oppiaineena	0,102	0,045 *

Kaikille oppilaille tehdyn regressioanalyysin tuloksista nähdään, että tarkastelluista muuttujista suurin vaikuttaja sisäiseen motivaatioon on väittämällä T) eli sillä, näkeekö oppilas robotiikan tärkeänä tulevaisuudessa työllistymisensä vuoksi. Regressiokertoimesta 0,364 nähdään, että vastaajien sisäinen motivaatio oli asteikolla yhdestä neljään keskimäärin 0,364 pykälää korkeampi silloin, kun väittämään T) vastattiin yhtä pykälää samanmielisemmin. Samalta riviltä voidaan lukea tekijään liitettävä

sig-arvo 0,000, joka kertoo havainnon olevan tilastollisesti erittäin merkittävä.

Toiseksi merkittävimmäksi tekijäksi ilmenee väittämä K), joka koskee kaveripiirin mielenkiintoa robotiikkaan. Kolmantena on väittämä O) näkemys robotiikan yhteiskunnallisesta merkittävyydestä tulevaisuudessa. Lopuissa kahdessa väittämässä Sig-arvo on suurempi kuin 0,01, joten ne niitä ei katsota tilastollisesti merkitseviksi. Muistetaan kuitenkin, että arvon ollessa välillä 0,001 ja 0,05, tulosten katsotaan olevan lähes merkitseviä. Niitä voidaan siis tarkastella suuntaa antavina havaintoina.

Huomataan, että tulosten mukaan aikuisten näkemykset eivät saa suurta painoarvoa sisäisen motivaation synnyttäjänä. Väittämien G) sekä I) regressiokertoimet ovat maltilliset ja Sig-arvot välillä  $0,01 \leq Sig \leq 0,05$ .

**Taulukko 7.3.** Robotiikan valinnaisoppilaiden regressioanalyysi (N = 67)

<b>Tarkasteltava väite</b>	<b>Regressio-kerroin</b>	<b>Sig.</b>
T) Ajattelen, että minun kannattaa panostaa robotiikkaan tulevaisuudessa työllistymisen vuoksi	0,227	0,001 ***
K) Kaveripiirissäni pidetään robotiikkaa mielenkiintoisena	0,196	0,001 ***
O) Uskon, että robotiikka on tulevaisuudessa yhä merkittävämpi asia yhteiskunnallisesti	0,201	0,000 ***
G) Vanhempani pitävät robotiikan opintoja tärkeänä	0,077	0,165 *
I) Opettajat ovat suositelleet minulle robotiikkaa valinnaisena oppiaineena	0,067	0,154 -

Pelkille robotiikan valinnaisoppilaille tehty analyysi sai varsin korkean korjatun selityssasteen (80,7 %) ja yhtäläillä matalan Sig-arvon (0,000). Kolme merkittävintä tekijää olivat samassa järjestyksessä kuin kaikkien oppilaiden analyysissä: Tässäkin joukossa suurin vaikutus sisäiseen motivaatioon on väittämällä T), jonka regressio-kerroin on 0,227 ja sig-arvo 0,001. Seuraavaksi merkittävimpänä tulivat väittämät K) ja O), joiden regressiokertoimet olivat varsin lähellä toisiaan. Yhtäläillä tässä tutkimuksessa joukossa aikuisia koskevat väittämät keräsivät pienet regressiokertoimet ja korkeat sig-arvot.

Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevien oppilaiden joukolle tehty regressioanalyysi antoi kaikista heikoiten sisäistä motivaatiota selittäviä tuloksia. Korjattu selityssaste

**Taulukko 7.4.** Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevien oppilaiden regressioanalyysi (N = 59)

<b>Tarkasteltava väite</b>	<b>Regressio- kerroin</b>	<b>Sig.</b>
T) Ajattelen, että minun kannattaa panostaa robotiikkaan tulevaisuudessa työllistymisen vuoksi	0,303	0,002 **
I) Opettajat ovat suositelleet minulle robotiikkaa valinnaisena oppiaineena	0,137	0,233 -
G) Vanhempani pitävät robotiikan opintoja tärkeänä	0,098	0,208 -
K) Kaveripiirissäni pidetään robotiikkaa mielenkiintoisena	0,084	0,172 -
O) Uskon, että robotiikka on tulevaisuudessa yhä merkittävämpi asia yhteiskunnallisesti	0,065	0,324 -

jäi muita tutkittuja joukkoja matalammaksi 60,5 % ja Sig-arvo 0,000. Myös tässä joukossa suurin vaikutus sisäiseen motivaatioon on väittämällä T), joka on ainoa väittämä, jonka Sig-arvo on edes välillä  $0,001 < Sig \leq 0,01$ . Lopuissa väittämissä Sig-arvo on niin korkea, ettei niitä voida pitää tilastollisesti luotettavina.

**Taulukko 7.5.** Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevien syyt olla valitsematta robotiikkaa (N = 59)

<b>Suurin syyni olla valitsematta robotiikkaa</b>	<b>Vastauksia</b>
Se ei kiinnosta minua	37
Muut aineet kiinnostavat enemmän	18
Muu syy	2
Se vaikuttaa liian työläältä	1
Vastaus antamatta	1

Kysymyksessä V) selvitettiin ei valinnaista robotiikkaa opiskelevilta oppilailta, mitkä tietyistä syistä ovat yleisimpiä valinnaisen robotiikan valitsematta jättämiselle. Vastaukset tähän kysymykseen ovat esitetty taulukossa 4, josta huomataan, että yleisin vastaus on ”Se ei kiinnosta minua”. Tämä on linjassa sen kanssa, että kyseisen oppilasryhmän sisäisen motivaation keskiarvo on 1,6, joka on huomattavasti alhaisempi kuin valinnaista robotiikkaa opiskelevien vastaava arvo. Toiseksi yleisin syy ”Muut

aineet kiinnostavat enemmän” kertoo siitä, että monikin oppilas ryhmästä voisi olla kiinnostunut valinnaisesta robotiikasta, mutta muut kiinnostuksen kohteet menevät edelle.

**Taulukko 7.6.** Arvosanat (N = 126)

Mitä tarkasteltiin	Arvo
Ei robotiikkaa opiskelevien matematiikan arvosanan keskiarvo	7,56
Robotiikan valinnaisoppilaiden matematiikan arvosanan keskiarvo	7,66
Robotiikan valinnaisoppilaiden robotiikan arvosanan ja sisäisen motivaation korrelaatio	0,39

Tuloksista selvisi hieman yllättävästikin, että valinnaisen robotiikan oppilaiden viimeisimpien matematiikan arvosanojen keskiarvo ei suuresti poikennut muiden oppilaiden vastaavasta luvusta. Valinnaisen robotiikan oppilaiden keskiarvo oli vain 0,10 arvostamaa suurempi kuin muiden oppilaiden 7,56.

## 7.5 Kyselyn muut vastaukset

Kyselylomakkeen kysymyksessä U) kysyin ei valinnaista robotiikkaa opiskelevilta oppilailta heidän suurinta syytään olla valitsematta robotiikkaa valinnaisaineeksi. Vastausvaihtoehtoja tähän kysymykseen oli neljä. Joukon 59:stä lopulliseen analyysiin otetusta vastauksesta yksi jätti vastaamatta tähän kysymykseen. Vastanneista valtaosa, 37 oppilasta, ilmoittivat syyksi ”Se ei kiinnosta minua”. Seuraavaksi yleisin vastaus, jonka valitsi 18 oppilasta, oli ”Muut aineet kiinnostavat enemmän”. Vähiten vastauksia saivat vaihtoehdot ”Muu syy” (kaksi oppilasta) ja ”Se vaikuttaa liian työläältä” (yksi oppilas).

Lomakkeessa kysyin Robotiikan valinnaisoppilailta viimeisintä robotiikan arvosanaa. Näiden arvosanojen keskiarvo on 7,72. Laskin kunkin oppilaan saaman sisäisen motivaation pisteiden korrelaation robotiikan arvosanan kanssa käyttäen Excelin korrelaatio-funktiota, joka käyttää Pearsonin tulomonumenttikorrelaatiokertoimen kaavaa

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}.$$

Kertoimeksi tuli 0,39 joka kertoo siitä, että korkeamman sisäisen motivaation pisteet saaneet oppilaat olivat saaneet keskimäärin parempia arvosanoja robotiikassa.

Joukosta löytyi kuitenkin myös poikkeuksia. Esimerkiksi eräs oppilas sai todella matalat sisäisen motivaation pisteet (1,8) mutta hänen viimeisin robotiikan arvosanansa on 10. Avoimissa vastauksissa tämä oppilas kommentoi vahvasti kaipaavansa toista opettajaa robotiikan tunneille. Motivoituneisuus ja arvosana eivät siis kulje aina käsi kädessä.

Oppilailta kysyttiin lomakkeessa myös viimeisin matematiikan arvosana. Valinnaista robotiikkaa opiskelevien nuorten viimeisimmän matematiikan arvosanan keskiarvoksi tuli 7,65, kun taas ei valinnaista robotiikkaa opiskelevien keskuudessa vastaava luku oli 7,55. Matematiikan arvosanalla ei siis vaikuta olevan suurta merkitystä valinnaisen robotiikan valitsemisen kannalta.

## **7.6 Avoimet vastaukset**

Avoimissa kysymyksissä keräsin oppilaiden omia ajatuksia siitä, mikä nostaa tai laskee heidän motivaatiotaan robotiikan opiskelua kohtaan. Kysymyksessä Y) kysyin ”Mitkä tekijät laskevat motivaatiasi robotiikan opiskeluun?” ja kysymyksessä Z) ”Mitkä tekijät lisäävät motivaatiasi robotiikan opiskeluun?”.

Jaoin avointen kysymysten vastaukset kolmeen pääkategoriaan: tyhjä tai aiheeseen liittymätön vastaus, opettajaan liittyvä tekijä sekä muu tekijä. Tyhjään vastaukseen katsoin kuuluvaksi ne, joissa ei lukenut mitään tai joihin oli kirjoitettu vastaus, josta ei ole pääteltävissä mitään, kuten ”-” tai ”en tiedä” tai ”Ei jaksa lol”. Opettajaan liittyviin vastauksiin jaottelin ne, joissa oli perusteltu motivaatiota laskevaksi tai kasvattavaksi tekijäksi opettaja.

Robotiikan valinnaisoppilaiden osalta kysymyksessä Y) jouduin luokittelemaan 38 vastausta kategoriaan tyhjä tai aiheeseen liittymätön vastaus ja kysymyksessä Z) 30. Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevien osalta vastaavat luvut olivat kysymyksessä Y) 10 ja Z) 37. Valinnaisen robotiikan oppilaista seitsemän oli vastannut opettajan laskevan motivaatiotaan robotiikan opiskeluun ja neljä opettajan lisäävän sitä. Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevista yksikään oppilas ei maininnut opettajan lisäävän tai laskevan motivaatiotaan opiskella robotiikkaa.

Seuraavaksi käsittelen niitä vastauksia, joita en jaotellut kysymyksissä Y) ja Z) ja tyhjäksi tai aiheeseen liittymättömäksi vastaukseksi. Jaottelen yhä nämä vastaukset karkeasti eri teemoihin, jotta voin löytää vastannutta ryhmää edustavia linjoja. Teeman muodostumiseksi katsoin, että vähintään kolmen vastauksen on käsiteltä-



vä samaa teemaa. Yksi vastaus voi kuulua useaan eri teemaan. Kuitenkin valtaosa vastauksista oli jaoteltavissa yhteen teemaan kuuluvaksi.

Robottiikkaa opiskelevista oppilaista 23 antoivat kysymykseen Y) vastauksen, jonka luokittelin kategoriaan muu tekijä. Näiden vastausten mukaan yleisin motivaatiota laskeva teema on oppiaineen kokeminen tylsäksi tai liian työlääksi/haastavaksi. Vastauksista 13 käsitteli jollakin tavalla näitä asioita. Esimerkkinä näin luokitelluista vastauksista toimivat oppilaiden 64, 122 ja 9 vastaukset ” Vähän vaikeaa välillä ja täten myös välillä tylsää”, ”Huono taito ohjelmoinnissa” ja ”Stressi ja liika koulutyö”.

Viisi vastauksista liittyi ryhmään, jonka kanssa ainetta opiskelee. Esimerkkinä näistä toimivat oppilaiden 107 ja 110 vastaukset ” Liian isoissa ryhmissä toimiminen” ja ” Liian suuri meteli oppitunnilla. (normaali puheääni on ok)”. Myös oppilas 51 oli antanut yksinkertaisen, tähän teemaan sisältyvän vastauksen: ”Häiritsijät”.

Kolme vastausta liittyi käytettävään oppimisympäristöön. Eräs vastaaja tästä teemasta kaipasi uudenlaisia haasteita: ”Emme tee tarpeeksi töitä tunneilla, ja mielestäni meidän pitäisi käyttää muitakin opetusmenetelmiä kuin scratch ja VexIq. Esimerkiksi perus juottamista, eri ohjelmia ja muuta mitä voisi tarvita jatkossakin. VexIq:n robotit eivät ole tarkkoja ja robottien ohjelmointiohjelma on liian simppeli. Ohjelmalla on vaikeata tehdä useita asioita mikä olisi helpompaa, jos käyttäisimme eri ohjelmaa.” Loput kaksi vastausta käsittelivät eri aiheita.

Puolestaan kysymykseen Z) robotiikkaa opiskelevista oppilaista 32 vastasivat tavalla, jonka luokittelin kategoriaan muu tekijä. Näistä vastauksista 18 käsitteli karkeasti kuvaten itse tekemisestä nauttimista. Esimerkiksi oppilaiden 26, 107 ja 2 vastaukset ”Saa rakentaa”, ” Robotin toimiminen” sekä ”Että robotti toimii eikä tule mitään ongelmaa” luokittelin tähän teemaan.

Neljä vastauksista koski aineeseen liittyvää vapautta toteuttaa omia ideoita. Esimerkkinä näistä toimii oppilaan 61 vastaus ” Omavalintaiset ja vapaamuotoisemmat tehtävät. Pidän enemmän omien ideoiden vapaasta toteuttamisesta, kuin valmiiksi annettujen tehtävien tekemisestä.” Kolmessa vastauksessa tuli esiin kavereiden tai tiimin kanssa tekeminen. Jäljelle jääneistä 8 vastauksesta ei löytynyt yhdistävää linjaa. Niistä kuitenkin useassa nousi ainakin osana vastausta esiin robotiikkaan liittyvät kilpailut ja haasteet sekä kavereiden kanssa tekeminen. Yksi oppilas oli maininnut motivaatiota lisääväksi tekijäksi paitsi hyvän ryhmän, myös robotiikan mahdollisuudet tulevaisuudessa.

Ei valinnaista robotiikkaa opiskelevista oppilaista 50 antoivat kysymykseen Y) vastauksen, joita en kategorisoinut tyhjäksi tai aiheeseen liittymättömäksi. Näistä 25 koskivat oppiaineen kokemista tylsäksi tai ei kiinnostavaksi. Runsas vastausten määrä tähän kategoriaan on linjassa ryhmän alhaisen sisäisen motivaation keskiarvon, 1,6, kanssa. Neljä oppilaista vastasi muiden oppiaineiden laskevan kiinnostusta robotiikkaan. Esimerkkinä tämän teemaan vastauksista toimii oppilaan 87 ilmaisu ”Minua kiinnostaa enemmän muut aineet. Se on liian monimutkaista minulle.”.

Lopuista 21 vastauksesta ei löytynyt yhtenäistä teemaa. Useammassa vastauksessa oli vain todettu, että vastaaja ei opiskele robotiikkaa. Kahdessa vastauksessa oli selvästi negatiivinen sävy robotiikkaa kohtaan. Nämä olivat oppilaiden 94 ja 93 vastaukset ”NÖRTTEILYÄ” ja ”ei kiinnosta joku ohjelmoinnin ja legoilla rakentelun yhdistelmä”. Oppilas 90 taas totesi, että häntä ei ole kukaan innostanut robotiikkaan. Hän oli ainoa vastaaja, joka puhui innostamisen puutteesta. Lisäksi samalta henkilöltä uupui vastauksen mukaan taustaa ja mielenkiintoa aineen opiskeluun.

Kysymykseen Z) sain ei robotiikkaa opiskelevilta vain 22 vastausta, jotka luokittelin kategoriaan muu tekijä. Näistä vastaajista kolme kaipaisivat robotiikalta jotakin enemmän, kuten ilmenee oppilaiden 86 ja 95 ja vastauksista ”jos se olis ”oikea” robotti” ja ”Motivaatota lisäisi, jos nostaisi tasoa reippaasti ja oikeasti miettisi, että on menossa 2020-luku. Robottisen maailman pitäisi siis olla jo vähän kehittyneempi!!”. Kolme vastauksista koskivat robotiikan mahdollista hyötyä tulevaisuudessa. Lopuista 15 vastauksesta ei löytynyt merkittävää yhtenäistä teemaa. Kaksi vastaajaa nostivat motivaation lisääjäksi kaverit ja kaksi mahdollisuuden päästä reissaamaan.

## 8 Johtopäätökset

Tässä luvussa esitän tutkimukseni keskeiset tulokset ja niiden perustelut. Ensin, kohdassa 8.1, esitän mitkä tekijät ovat tekemäni tutkimuksen perusteella keskeisimmät robotiikan pariin motivoivat tekijät Riihimäen yläkouluissa. Tämän jälkeen, kohdassa 8.2, perustelen miksi tulkitsen tietyt tekijät keskeisimmiksi. Perusteluissa käytän sähköisen kyselyn tuloksia, teoreettiseen viitekehykseen sisällyttämiäni motivaatio-teorioita sekä tarkasteluun ottamiani aiempia tutkimuksia.

### 8.1 Keskeiset robotiikan pariin motivoivat tekijät

Tutkitun aineiston perusteella keskeisimmät robotiikan pariin motivoivat tekijät Riihimäen yläkouluissa ovat seuraavat: Nuoren oma näkemys robotiikan hyödyistä tulevaisuudessa työllistymisen kannalta, nuoren oma näkemys robotiikan hyödyllisyydestä yhteiskunnan kannalta, robotiikasta kiinnostuneet kaverit sekä mielekkäät oppitunnit. Oppitunneilla erityisen motivoivaa on robotin valmistusprosessi, johon kuuluvat oleellisesti itse rakentamisen lisäksi omien ideoiden toteuttaminen ja ryhmätyöskentely.

Tutkitussa joukossa oppilaan vanhempien näkemyksellä tai opettajan suosittelemalla ei ole merkittävää vaikutusta siihen, onko oppilas sisäisesti motivoitunut robotiikan opiskelusta

### 8.2 Perustelut johtopäätöksille

Muistetaan, että vaikka sisäinen sekä ulkoinen motivaatio eritellään ja sisäistä pidetään enemmän tavoiteltavana, todellisuudessa tekemiseemme vaikuttaa lähes aina niin sisäistä kuin ulkoista motivaatiota (ks. Ruohotie 1998, 38). Näin tutkimuskysymykseen ”Mikä motivoi nuoret robotiikan pariin yläkoulussa” vastatessa on otettava huomioon niin sisäiseen kuin ulkoiseenkin motivaatioon vaikuttavat tekijät.

Kyselyaineiston tulosten perusteella merkittävimmät robotiikan opiskelun sisäiseen motivaatioon vaikuttavat ulkoisen motivaation tekijät ovat nuoren oma käsitys robotiikan hyödyistä tulevaisuudessa työllistymiseksi sekä robotiikkaan myönteisesti suhtautuva kaveripiiri. Myös nuoren oma käsitys robotiikan merkityksestä tulevaisuudessa sekä mielekäs opetus ovat merkittävässä roolissa. Sen sijaan vanhempien

näkemyksellä tai opettajan suosittelemalla oppiaineeksi ei ilmennyt merkittävää vaikutusta sisäisen motivaatio tasoon.

Käsitys robotiikan hyödystä tulevaisuudessa työllistymiseksi on regressioanalyysin tulosten pohjalta merkittävin sisäiseen motivaatioon vaikuttava tekijä jokaisessa analysoidussa osajoukossa. Robotiikan mahdollisuudet tulevaisuudessa nousivat esiin myös useassa avoimessa kysymyksessä. Kaveripiirin robotiikan arvostus oli toiseksi merkittävin tekijä kahdessa kolmesta analysoidusta joukosta ja nousi esiin myös joissakin avoimissa vastauksista.

Käytetyn opetusmenetelmän merkityksestä kertoo se, että avoimissa vastauksissa motivaatioon vaikuttavista tekijöistä suuri osa liittyi oppitunteihin. Tunteja pidettiin vastausten mukaan esimerkiksi työläinä, liian kevyinä, mukavina tai tylsinä.

Itsemääräämisteorian avulla voidaan selittää useita tutkimuksen aineistosta löytyneitä havaintoja. Tulosten mukaan oppilaiden käsitys robotiikan hyödystä tulevaisuudessa on merkittävimpiä tekijöitä sisäisen motivaation kannalta. Lisäksi robotiikkaa opiskellessaan oppilaita vaikuttaa motivoivan se, että he voivat itse toteuttaa omia ideoitaan valmiiksi suunniteltujen töiden tekemisen sijaan. Suurta painoarvoa motivaation kannalta ei ole sillä, mitä mieltä vanhemmat ovat ja onko heidän opettajansa suositellut heille robotiikkaa.

Itsemääräämisteorian keskeisen käsityksen mukaan ihminen motivoituu siitä, kun saa itse päättää tekemisistään (ks. Salmela-Aro 2010, 10). Mikäli oppilas on itse muodostanut käsityksen siitä, että robotiikka on hyödyllistä hänen tulevaisuutensa kannalta, hän on myös motivoituneempi aineen opiskeluun. Omien ideoiden toteuttamisen tärkeys sekä vanhempien ja opettajan mielipiteen vähäinen merkitys selittyvät myös sillä, että päätösvalta omasta tekemisestä motivoi oppilaita.

Vaikuttaa myös siltä, että valinnaisen robotiikan työmäärä ei ole kovin merkittävä tekijä aineen valitsematta jättämisen kannalta. Joukon 59 vastaajasta nimittäin vain yksi ilmoitti robotiikan valitsematta jättämisen suurimmaksi syyksi aineen työmäärän. Suurimmat vastausmäärät keränneet vaihtoehdot ”Se ei kiinnostaa minua” ja ”Muut aineet kiinnostavat enemmän” viittaavat siihen, että nuoret tekevät päätöksensä valinnaisaineista ensisijaisesti oman kiinnostuksensa pohjalta. Vain kaksi oppilasta tästä ryhmästä mainitsivat avoimissa kysymyksissä robotiikan haastavuuden tai työläyden laskevan heidän motivaatiotaan robotiikan opiskeluun. Näin ollen voidaan tulkita, että helpolla pääsemistä ei aseteta etusijalle valintoja tehtäessä.

Tarkastellaan saatuja tuloksia sitten organismisen integraatioteorian tarjoaman mallin pohjalta (ks. kuva 5.1). Ulkoista motivaatiota katsotaan olevan monenlaista ja sen autonomisin muoto on integroitu säätely. Tällöin yksilö on sulauttanut toiminnan tai tavoitteen osaksi omia tavoitteitaan (Vasalampi 2017, 43). Kun oppilas katsoo robotiikan auttavan häntä eteenpäin oman elämänsä suunnitelmissa, oppiaine tukee hänen omia tavoitteitaan. Näin oppiaineen opiskelu voi sulautua osaksi oppilaan omia tavoitteita ja ollaan integroidun säätelyn alueella. Myös tämä selittää sitä, miksi tutkitussa joukossa robotiikan hyöty tulevaisuudessa työllistymiseksi nousi niin merkittäväksi tekijäksi sisäisen motivaation kannalta.

Myös perustarpeiden teoria tarjoaa selityksiä saatuihin tuloksiin. Perustarpeiden teorian mukaan kolmen psykologisen perustarpeen (kyvykkyyden tunne, tarve omaehtoisuuteen sekä tarve yhteenkuuluvuuden tunteeseen) toteutuessa yksilön motivoituneisuus kasvaa (Deci & Ryan 2000b, 68). Yläkoululaisille kaveripiiri tuo luonnollisestikin yhteenkuuluvuuden tunnetta. Tämä selittää sitä, miksi kaveripiirin näkemys robotiikasta nousi merkittäväksi tekijäksi tutkitun joukon sisäisen motivaation kannalta. Omaehtoisuuden tarve taas selittää osaltaan sitä, miksi aikuisten merkitys oli vähäinen.

Tarve kyvykkyyden tunteelle ei puolestaan suoraan noussut vastuksissa esiin yhtä selvästi kuin kaksi muuta perustarvetta. Vain yksi ei robotiikkaa opiskeleva oppilas vastasi aineen työläyden olevan suurin syy olla valitsematta valinnaista robotiikkaa. Kuitenkin avoimissa vastauksissa (Ks. kysymykset 8. ja 9. **liitteestä 1**) valinnaisista robotiikkaa opiskelevien oppilaiden kohdalla tarve kyvykkyyden tunteelle nousi esiin. Usea vastaus ilmaisi oppiaineen kokemista liian haastavaksi laskevan motivaatiota sen opiskeluun. Esimerkkinä mainittakoon oppilaan 9 vastaus kysymykseen y): ”Stressi ja liika koulutyö”.

Tavoiteorientaatioista voi löytyä ainakin osittainen selitys sille, että vain harva oppilas ilmoitti robotiikan haastavuuden laskevan omaa motivaatiotaan sen opiskeluun. Välttämisorientoitunut oppilas pyrkii välttämään tilanteita, joissa hän saattaa epäonnistua (Tynjälä 1999, 103). Näin orientoitunut oppilas voisi siis jättää valinnaisen robotiikan valitsematta siksi, että kokee aineen liian haastavana. Tässä tilanteessa on hyvinkin mahdollista, että oppilas ei halua edes anonyymissä tutkimuksessa vain kertoa valintansa todellisia syitä.

Yksi tavoiteorientaatioista on sosiaalinen riippuvuussuuntautuneisuus. Sosiaalisesti riippuvainen oppilas hakee hyväksyntää opettajalta sekä tovereiltaan ja häntä ohjaa

se, mitä hän ajattelee muiden häneltä odottavan (Tynjälä 1999). Joidenkin oppilaiden kohdalla tämä voi olla syy siihen, miksi kaveripiirin näkemys nousi niin merkittäväksi sisäisen motivaation kannalta tutkitussa joukossa. Toisaalta on mahdollista, että samaan tapaan robotiikasta ajattelevat oppilaat vain sattuvat viettämään aikaa samoissa kaveripiireissä.

Odotusarvoteorian mukaisesti yksilön valintoja, periksiantamattomuutta ja suoriutumista voidaan selittää sillä, kuinka hän uskoo suoriutuvansa tietystä tehtävästä ja kuinka paljon hän arvostaa sitä (Mitchell-Caston 2018, 11). Tätä soveltaen tulkitsem, että moni ei robotiikkaa opiskeleva oppilas uskoisi suoriutuvansa valinnaisesta robotiikasta hyvin muttei arvosta sitä yli muiden valinnaisaineiden.

Kaveripiirin robotiikan arvostuksen sekä sisäisen motivaation välinen kohtuullisen vahva korrelaatio poikkeaa linjasta, jonka mukaan ihmiset motivoituvat siitä, että saavat itse päättää tekemisistään. Korrelaatio voisi johtua siitä, että oppilaat liikkuvat muutenkin kaveripiireissä, joissa kiinnostus eri asioihin painottuu. Tällöin kaveripiirin robotiikan käsityksen ja sisäisen motivaation välillä ei siis ole sellaista syy-seuraussuhdetta, että sisäinen motivaatio kasvaisi tietyssä kaveripiirissä liikkueissa. Kuitenkin myös avoimissa vastauksissa jotkut oppilaat ilmoittivat kavereiden nostavan taikka laskevan motivaatiota robotiikan opiskeluun. Tulkitsem korrelaation johtuvan osittain molemmista tekijöistä: saman mieliset henkilöt hakeutuvat toistensa seuraan sekä kaveripiirin näkemys voi nostaa tai laskea yksittäisen oppilaan motivaatiota robotiikkaan.

Kolmesta tutkimukseen osallistuneesta yläkoulusta yhdessä oli valinnaista robotiikkaa opiskelevia tyttöjä 14, kun taas kahdessa muussa koulussa heitä oli 1-2. Tämä osaltaan vahvistaa sitä näkemystä, että kaveripiirillä on merkittävä vaikutus motivaation syntyyn oppiainetta kohtaan. On syytä kuitenkin huomioida, että tietyn koulun runsas tyttöjen määrä valinnaisessa robotiikasta voi kertoa muustakin kuin oppilaiden liikkumisesta kaveriporukoissa. Kyseisessä koulussa saattaa olla esimerkiksi enemmän tyttöjä miellyttävät työtilat tai valinnaisen robotiikan opettaja.

Vanhempien osoittama robotiikan arvostus motivaation synnyttäjänä osoittautui vähäiseksi tekijäksi regressioanalyysissä. Myöskään avoimissa kysymyksissä vanhemmat eivät nousseet esiin motivaatiota laskevana tai myöskään sitä lisäävänä tekijänä. Myöskään se, onko opettaja suositellut oppilaalle valinnaista robotiikkaa, ei korreloinut merkittävästi sisäisen motivaation kanssa. Avoimissa vastauksissa valinnaisen robotiikan oppilaista seitsemän vastasi opettajan laskevan motivaatiotaan robotiikan

opiskeluun ja neljä nostavan sitä.

Tutkimassani joukossa valinnaista robotiikkaa opiskelevien tyttöjen sisäisen motivaation keskiarvo 2,3 oli selvästi matalampi kuin vastaavan ryhmän poikien saama arvo 2,6 (ks taulukko 7.1). Kuitenkin valinnaista robotiikkaa opiskelevia tyttöjä vastasi kyselyyn vain 9. Vastanneiden tyttöjen vähäisen lukumäärän vuoksi en voi tehdä johtopäätöksiä valinnaista robotiikkaa opiskelevien tyttöjen ja poikien sisäisen motivaation erosta. Huomattavaa on kuitenkin se, että valinnaista robotiikkaa opiskelevia tyttöjä on selvästi poikia vähemmän (ks. taulukko 6.1. Tyttöjen osuus kaikista valinnaisen robotiikan oppilaista on noin 20 %.

Tyttöjen vähäinen lukumäärä valinnaisessa robotiikassa on yllättävä, kun katsoo muiden kuin valinnaista robotiikkaa opiskelevien oppilaiden tuloksia. Tässä ryhmässä tyttöjen sisäisen motivaation keskiarvo 1,7 on korkeampi kuin poikien vastaava arvo 1,4 (ks. taulukko 7.1). Kuitenkaan tyttöjen saama korkeampi keskiarvo tässä ryhmässä ei välttämättä kerro tyttöjen korkeammasta kiinnostuksesta robotiikkaa kohtaan. Onhan mahdollista, että tytöt vastaavat hieman poikia eri tavalla tämän tyyppiseen kyselyyn. Tytöt saattaisivat näin saada korkeammat sisäisen motivaation pisteet muidenkin oppiaineiden kohdalla.

Bubican, Mladenovicin ja Boljan (2014) tutkimuksen keskeisissä tuloksissa (ks. luku 3) havaittiin tutkitun joukon tyttöjen olevan poikia halukkaampia valmistautumaan tietotekniikkakilpailuun eri tavoin. Onko asia yleisesti niin, että peruskoulussa opiskelevat tytöt suhtautuvat poikia myönteisemmin opiskelemiseen? Tai vastaavatko tytöt kyselyihin erilailla kuin pojat? Tästä ei voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä molempien tutkimusten vähäisen otannan vuoksi.

Sukupuolensa muuksi ilmoittaneiden vastaajien sisäisen motivaation keskiarvo oli muita korkeampi sekä valinnaista robotiikkaa opiskelevien että muiden oppilaiden keskuudessa. Heidän lukumääränsä oli kuitenkin niin vähäinen, ettei tästä havainnosta voida tehdä johtopäätöksiä.

Kun vertaan saamiani tuloksia Telihin (2015) tutkimuksen keskeisiin havaintoihin (esiteltu luvussa 3), havaitsen poikkeavuutta. Telihin tutkimuksessa havaittiin vanhemmilla sekä opettajalla olevan merkittävä rooli 4. – 6. -luokkalaisten kielivalinnassa. Vaikkei kielen (tai yleensä valinnaisaineen) valitseminen suoraan kerro motivaatiosta, se heijastaa oppilaan tahtotilaa.

Telihin tutkimuksessa todettiin myös, että vanhempien sekä opettajan rooli oppilai-

den kielivalinnassa väheni iän myötä. Jatkuuko siis oppilaiden itsenäistyminen yläkoulussa suoraviivaisesti siten, että aikuisilla on vuosi vuodelta pienempi vaikutus heidän mielenkiintonsa kohteisiin? Molempien tutkimusten vähäisen otannan vuoksi tästä ei voida tehdä yleistettävää johtopäätöstä.



## 9 Eettisyys

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan, TENKin, mukaan tutkimukseen on aina sovellettava tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia, eettisesti kestäviä tiedonhankintamenetelmiä (TENK 2012, 6). Tutkimusmenetelmänä käyttämäni kyselylomake on tutkimusmenetelmänä luotettava ja se täyttää huolellisesti toteutettuna tieteellisen tutkimuksen kriteerit.

Tutkimusta tehdessä tarvittavat tutkimusluvut on oltava hankittuna ja tietyissä tapauksissa vaadittava eettinen ennakkoarviointi tehtynä (TENK 2012, 6). Tutkimusluvan hain Riihimäen kaupungin sivistystoimelta. Toteuttamalleni tutkimukselle ei ollut syytä tehdä eettistä ennakkoarviointia.

Ihmisten tutkiminen edellyttää tutkijalta erityisen hyvää tutkimuskäytännön noudattamista. Tällöin tutkittavan ihmisarvon ja itsemääräämisoikeuden kunnioittaminen ovat ensisijaisen tärkeitä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 20.) Ennen tutkimuksen suorittamista oppilaiden huoltajia informoitiin ja heille tarjottiin mahdollisuus kieltää nuoren osallistuminen tutkimukseen (ks. **Liite 2**). Nuorille annettiin mahdollisuus myös itse kieltäytyä tutkimukseen osallistumisesta. Mahdollisuudesta kieltäytyä tutkimuksesta tiedotettiin oppilaiden vanhemille sekä oppilaille opettajien toimesta.

Tieteellisessä tutkimuksessa tutkijan on otettava muiden tutkijoiden työ ja saavutukset huomioon asianmukaisella tavalla (TENK 2012, 6). Tutkimuksessani viittaan tieteellisen käytännön mukaisesti aiempiin tutkimuksiin sekä teoksiin.

## 10 Pohdinta

Tämän luvun kohdassa 10.1 tarkastelen tekemäni tutkimuksen luotettavuutta. Lopuksi kohdassa 10.2 esitän pohdintani tutkimastani kokonaisuudesta sekä ideoita mahdollisista jatkotutkimuksen aiheista.

### 10.1 Luotettavuus

Tutkimuksen reliaabelius tarkoittaa kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Tutkimus on silloin luotettava sekä tarkka, kun toistetussa mittauksessa saadaan täsmälleen sama tulos tutkijasta riippumatta. (Vilkkä 2005, 161; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2005, 216.) Tutkimuksen validiudella taas tarkoitetaan tutkimuksen kykyä mitata juuri sitä, mitä oli määrä mitata. Validius on silloin hyvä, jos tutkimuksessa ei olla jouduttu esimerkiksi käsitteiden tasolla harhaan eikä systemaattisia virheitä ole tapahtunut. (Vilkkä 2007, 150.)

Tämän tutkimuksen reliabiliteettia on haastavaa arvioida, koska motivaatiota voidaan lähestyä monelta tavalla painottaen eri motivaatioteorioita sekä tutkimusmenetelmiä. Kuitenkin tutkimuksesta saadut tulokset vaikuttavat järkeenkäyville: Ne antavat samankaltaista kuvaa nuoria robotiikan pariin motivoivista tekijöistä kuin mitä sain tutkimuksen alussa keskustellessani Riihimäen opettajien sekä oppilaiden kanssa. Uskon siis, että jos useat tutkijat pyrkisivät eri menetelmin selvittämään mikä motivoi nuoret robotiikan pariin Riihimäellä, he saisivat samankaltaisia tuloksia.

Tutkimuksen validiuteen vaikuttivat positiivisesti keskustelut paikallisten opettajien ja oppilaiden kanssa ennen kyselylomakkeen viimeistelyä. Näiden keskustelujen ansiosta sain ennen varsinaisen aineistonkeruun toteutusta tarkemman kuvan siitä, mitä seikkoja aineistonkeruussa kannattaa painoittaa. Validiutta haastoivat motivaatioteorioiden runsas kirjo, josta ei ole löydettävissä esimerkiksi yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää sille, mitä motivaatio on. Toisaalta motivaatioteorioiden runsas määrä tarjosi mahdollisuuden valita juuri tutkimani aiheen selittämiseen parhaiten soveltuvat teoriat.

Aineistonkeruussa käytetyn lomakkeen teettämisestä oppilailla vastasivat kunkin koulun opettajat antamani ohjeistuksen mukaisesti. Vaikka ohjeistus kaikille oli sama, eri ryhmät vastasivat kyselyyn hieman eri olosuhteissa ajankohdan, tilan ja kyselyn

teettäjän vaihtuessa. Olosuhteiden poikkeavuus selittää osin sen, että ryhmien välillä näkyi jonkin verran eroja esimerkiksi avointen vastausten pituudessa.

Kyselyyn vastanneiden oppilaiden otos on kuitenkin kattava ja vastauksista on havaittavissa tilastollisestikin merkittävää johdonmukaisuutta. Näiden seikkojen ansiosta pystyin muodostamaan luotettavan vastauksen tutkimuskysymykseen. Tutkimukseen vastasi Riihimäen 695 yläkoululaisesta 126, eli noin 18 % (oppilasmäärät taulukossa 6.1). Vastauksista löytyvistä johdonmukaisuuksista kertovat regressioanalyysin luotettavuutta kuvaavat luvut, jotka ovat esitelty luvussa 7.4.

On myös syytä huomioida se, että tutkitussa otoksessa painottuvat valinnaisen robotiikan valinneet oppilaat. Kaikkiaan Riihimäen yläkoulujen 8. ja 9. luokkien oppilaista 13 % opiskelee valinnaista robotiikkaa. Kyselytutkimukseen osallistuneista oppilaista puolestaan 53 % opiskelee valinnaista robotiikkaa. Loput 47 % opiskelevat robotiikkaa jonkin verran ROPSin mukaisesti muiden aineiden ohessa, joten heilläkin on kokemuksia aineesta. Tässä tutkimuksessa halusin painottaa valinnaisen robotiikan oppilaita, kuten luvussa 6.3 esitän.

## **10.2 Motivaatiota ja robotiikkaa! Pohdintani tutkimastani kokonaisuudesta sekä ideoita jatkotutkimuksista**

Motivaatio on oleellinen osa muutosta. Ajattelen, että ilman aitoa motivaatiota muutos voi olla on jäykkää ja kuluttavaa niin oppilaille kuin opettajillekin.

On ollut antoisaa perehtyä siihen, mistä motivaatio koostuu ja mitkä tekijät motivoivat nuoret Riihimäellä robotiikan pariin. Samalla motivaatio on hyvin moniselitteinen ilmiö ja siksi haastava tutkia. Kuitenkin kattavan otoksen ja relevanttien kysymysten ansiosta löysin tutkimuskysymystä hyvin selittäviä tekijöitä.

Lähestyin tutkimuskysymystä erityisesti sen kautta, mitkä ulkoiset tekijät vaikuttavat oppilaiden sisäiseen motivaatioon robotiikan opiskelussa. Otin kuitenkin kaikki motivaatioon vaikuttavat tekijät huomioon motivaatiota selittävinä tekijöinä, sillä kuten teoriaosassa ilmenee, todellisuudessa motivaatio koostuu lähestulkoon aina sekä ulkoisesta että sisäisestä motivaatiosta.

Kyselyn tuloksissa robotiikan pitäminen haastavana tai työläänä oppiaineena ei nousut merkittäväksi syyksi olla valitsematta valinnaista robotiikkaa. Toisaalta kyselyn vastaukset eivät aina kerro vastaajien todellista ajatusmaailmaa. Onhan mahdollista,

että oppilas arvelee robotiikan olevan hyödyllistä ja kiintoisaakin, mutta jättää sen valitsematta koska pitää sitä vaikeana ja työläänä eikä vain halua kertoa todellista syytä. Olisikin kiintoisaa perehtyä tarkemmin siihen, kuinka haastavaa ei robotiikkaa opiskelevat nuoret ajattelevat robotiikan opiskelun olevan. Esimerkiksi koodaustaitojen soveltaminen fyysisen robotin valmistamiseen voi tuntua vaativalta jo ajatuksen tasolla.

Tässä tutkimuksessa keskityin erityisesti siihen, mikä motivoi oppilaat robotiikan pariin. Mielenkiintoista olisi tutkia tarkemmin myös sitä, mikä synnyttää ja ylläpitää motivaatiota robotiikkaa opiskelevien oppilaiden keskuudessa. Silloin tutkimuskysymys voisi esimerkiksi olla ”Mikä Riihimäellä käytetyissä robotiikan opetusmenetelmissä motivoi nuoria?”

Robotiikan, ja myös ohjelmoinnin, opetuksen kehittämisen kannalta on oleellista saada lisää tutkimustietoa. Tietoa tarvitaan niin oppilaiden motivaatiosta kuin aineiden didaktiikastakin. Voitaisiin tutkia esimerkiksi sitä, millainen opetus motivoi oppilaita pitkällä aikavälillä ohjelmoinnin ja robotiikan pariin, tai millaiset opetusmenetelmät herättävät oppilaissa kipinän hakeutua alan jatko-opintoihin.

Motivaatiota koskevissa jatkotutkimuksissa voitaisiin painottaa eri motivaatioteorioita ja käyttää eri tutkimusmenetelmiä. Lukin (2013) tutkimuksessa yläkoululaisten motivaatiosta matematiikan opiskeluun ilmenee oppilailla painottuvat tavoiteorientaatiot. Eri tavoiteorientaatioiden selvittäminen myös robotiikan opiskelijoiden kohdalla voisi antaa hedelmällisiä tuloksia. Laadukkaan tutkimustiedon pohjalta voidaan suunnitella entistä laadukkaampaa opetusta.

Telihiin (2015) tutkimus osoitti, että aikuisten merkitys oppilaiden motivaatioon väheni neljänneltä luokalta kohti kuudetta luokkaa iän karttuessa. Tässä tutkimuksessa kerätyssä aineistossa kahdeksannen sekä yhdeksannen luokan oppilailla aikuisten vaikutus sisäisen motivaation muodostumiseen oli vain pieni. Onko asia niin, että oppilaat ”itsenäistyvät” motivaationsa suuntaamisessa suoraviivaisesti iän karttuessa vai tapahtuuko eri luokka-asteiden kohdalla vaihtelua? Olisikin kiintoisaa tutkia yleisemmin, miten ulkoisen motivaation tekijöiden vaikutus sisäiseen motivaatioon robotiikassa muuttuu lapsilla ja nuorilla iän myötä.

Tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden määristä huomataan, että Riihimäellä valtaosa robotiikan valinnaisoppilaista on poikia. Samanlaista sukupuolten välistä epätasapainoa havaitaan yleisemminkin maassamme teknologian alalla. Ukkosen (2019)

mukaan ICT-alan etujärjestöistä ja yhdistyksistä arvioidaan, että jopa 90 prosenttia koodareista Suomessa on miehiä. (Lyhenne ICT viittaa tieto- ja viestintäteknologiaan *information and communication technology*.) Hämmäntävää on sekin, että vain seitsemän prosenttia tytöistä kokee ICT-alan toiveammatikseen vuoden 2016 nuorisobarometrikyselyssä. (Ukkonen 2019.)

Tunnetun pelifirman SuperCellin toimitusjohtaja sekä moderin koodauskoulun Hiven Suomeen perustamiseen oleellisesti vaikuttanut Ilkka Paananen puhui vuonna 2018 YLE uutisten haastattelussa naisten suuntautumisesta koodaajiksi. Paanasen mukaan moni lahjakas, luova nuori ihminen, erityisesti nainen, ei edes harkitse koodausta uravalintana. Hänen mukaansa tässä menetetään valtavasti potentiaalia. (Paananen 2018.) Olisikin tärkeää tutkia ilmiötä sekä kehittää ratkaisuja siihen, kuinka naiset jo nuorina voisivat nähdä koodaamisen innostavana uravalintana ja motivoitua ainakin kokeilemaan sen opiskelua. Tähän voisi löytyä suuntaa antavia havaintoja selvittämällä miksi yhdessä Riihimäen yläkoulussa 26 valinnaisen robotiikan opiskelijasta on tyttöjä peräti 14.

Uuden oppiaineen tuominen kouluun on paljon työtä vaativa prosessi. Peruskoulun muutoksia väitöskirjassaan käsitelleen Rajakaltion mukaan uudistustyö on aina poliittinen prosessi ja uudistuksen suunnittelijoiden, hallinnon sekä sitä toteuttavien opettajien käsitykset voivat poiketa toisistaan (Rajakaltio 2011, 95). Olisi mielenkiintoista tutkia myös sitä, mikä on saanut Riihimäen opettajat sitoutumaan muutosten toteuttamiseen. Tai kuinka muutoksia tulee ylipäättään kouluissa johtaa, jotta opettajat motivoituvat ja kokevat ne enemmän innostavana uudistuksena kuin raskaana lisätyönä? Tämä kaikki vaikuttaa oleellisesti siihen, millaista ja miten motivoivaa opetusta yksittäiset oppilaat saavat.

Suurtenkin visioiden keskellä tulee muistaa, että viimekädessä tavalliset opettajat toteuttavat opetuksen ja kasvatustyön kouluissa. Jos opettajia kuormitetaan liian monilla ja työläillä uudistuksilla, niihin mennyt energia on pois esimerkiksi lasten ja nuorten yksilöllisestä kohtaamisesta. Toteutettavat muutokset on siis valittava harkiten ja suunniteltava hyvin ennen täytäntöönpanoa.

# Lähteet

Aaltonen, T., Pajunen, H., Tuominen, K. (2011). *Syty ja sytytä: Valmentavan johtamisen filosofia*. Helsinki: Talentum

Anton, H. & Rorres, C. (2010). *Elementary Linear Algebra 10th edition*. United States of America

Anton, H., Rorres, C. (2014). *Elementary Linear Algebra 11th edition*. United States of America

Bubica, N., Mladenovic, M & Boljat, I. (2014). STUDENTS MOTIVATION FOR COMPUTER SCIENCE COMPETITION. Teoksessa 8TH INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE PROCEEDINGS. Valencia, Espanja.

Cheng, R. (2012). *Lessons from goal orientation theory: expansion of systemic theory of gifted education*. Hong Kong: Department of Psychological Studies, The Hong Kong Institute of Education

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta, Jarenko, K. & Martela, F. (2014). *Sisäinen motivaatio. Tulevaisuuden työssä tuottavuus ja innostus kohtaavat*. Julkaisu 3/2014.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, Second edition*. New York: New York University

Gagné, M. & Deci, E.L. (2005). *Self-determination theory and work motivation*. Journal of Organizational behavior. 26(4): 331-362

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2005). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi

Kupsa, T. (toukokuu 2019). *Kuka pelkää... robottia?* Kauppalehti verkkojulkaisu. Haettu 19.12.2019 osoitteesta <https://blog.kauppalehti.fi/solteq-yksinkertaisempaa-digitalisaatiota/kuka-pelkaa-dot-dot-dot-robottia>

Laaksonen, A. (2015). *Turmeleeko ohjelmointi nuorisomme?* Solmu. 2/2015.

Lakka, P. (2017). *Verohallinnon asiantuntijan mukaan robottivero voi hyvinkin olla Suomessa kohta totta*. Kaleva verkkojulkaisu. Haettu 20.3.2019 osoitteesta <https://www.kaleva.fi/uutiset/kotimaa/verohallinnon-asiantuntijan-mukaan-robottivero-voi-hyvinkin-olla-suomessa-kohta-totta/752181/>

Larson, R. & Falvo, D. C. (2009). *Elementary Linear Algebra Sixth Edition*. New York: Houghton Middlin Harcourt Publishing Company

Metsämuuronen, J. (2006). *Tutkimuksen tekemisen perusteet*. Helsinki: International Methelp KY MIELI Suomen Mielenterveys ry. (2014). *Motivaatio saa liikkeelle*. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <https://mieli.fi/fi/mielenterveys/itsetuntemus/motivaatio-saa-liikkeelle>

Metsämuuronen, J. (2009). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Mitchell-Caston, M. (2018). *Expectancy Value Theory and African American Student Motivation*. University of California

Opetushallitus (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki

Paananen, I. (2018) *Supercell perustaa koodareille koulun Helsinkiin – Linda Liukas: Tavoitteena on, että puolet opiskelijoista olisi eritaustaisia naisia*. Yle Uutiset verkkojulkaisu. Haettu 2.4.2020 kohteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10540523>

Rajakaltio, H. (2011). *Moninaisuus yhtenäisyydessä. Peruskoulu muutosten ristipaineissa*. Tampere: Tampereen yliopisto

Reiss, S., (2012). *Intrinsic and Extrinsic Motivation. Teaching of Psychology*. 39(2) 152-156. <https://doi.org/10.1177/0098628312437704>

Riihimäen kaupunki. (2020.) *Robotiikka Riihimäki*. Haettu 2.3.2020 osoitteesta <https://www.riihimaki.fi/robotiikka-riihimaki/>

Riihimäen kaupunki. (2017). *Robotiikan opetussuunnitelma*. Haettu 3.3.2020 osoitteesta <https://www.riihimaki.fi/wp-content/uploads/sites/3/2018/03/Sihy-31.10.2017-Robotiikan-opetussuunnitelma-2017.pdf>

- Ruohotie, P. (1998). *Motivaatio, tahto ja oppiminen*. Helsinki: Oy Edita Ab
- Rusk, N., Rothbaum, F. (2010). *From Stress to Learning: Attachment Theory Meets Goal Orientation Theory*. Tufts University. Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000a). *Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions*. Contemporary Educational Psychology. 25, 54-67. doi:10.1006/ceps.1999.1020
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000b). *Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being*. American Psychologist. 55(1), 68-78.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2017). *Self-Determination Theory*. New York: The Guildford Press.
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). *KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto . <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>. (luettu 28.1.2020.)
- Saaranen-Kauppinen, A., Puusniekka, A. (2009) *Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV. Kvalitatiivisten menetelmien verkko-oppikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellisen tietovaraston julkaisuja 2009
- Salmela-Aro, K. (2018). *Motivaatio ja oppiminen*. Jyväskylä: PS-kustannus
- Telih, A. 2015. *Ulkoisen ja sisäisen motivaation yhteys koulumenestykseen kielten opetuksessa – tarkastelukohteena saksan kieli –*. Tampereen yliopisto
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). (2012). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. Haettu kohteesta [https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)
- Tynjälä, P. (1999). *Oppiminen tiedon rakentamisena*. Tampere: Tammer-Paino Oy
- Ukkonen, R. (2019). *Naisia rohkaistaan, kannustetaan ja houkutellaan koodaamaan – "Vielä voi vaikuttaa tulevaisuuteen"*. Yle Uutiset verkkojulkaisu. Haettu 2.4.2020 kohteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10687050>
- Vasalampi, K. (2017). Itsemääräämisteoria. Teoksessa Salmela-Aro, K. & Nurmi,



J. (2017). *Mikä meitä liikuttaa : motivaatiopsykologian perusteet*. Jyväskylä: PS-kustannus

Viljaranta, J. (2017). *Odotusarvoteoria – odotusten ja arvostusten vaikutus oppimis-motivaatioon*. Teoksessa Salmela-Aro, K. & Nurmi, J. (2017). *Mikä meitä liikuttaa: motivaatiopsykologian perusteet*. Jyväskylä: PS-kustannus

Vilkka, H. (2005). *Tutki ja kehitä*. Helsinki: Tammi

Vilkka, H. (2007). *Tutki ja mittaa : määrällisen tutkimuksen perusteet*. Helsinki: Tammi

# **Liitteet**

## **Liite 1: kyselylomake**

# Robottiikkakysely Riihimäen yläkoulujen oppilaille

Tämä kysely on osa tutkimusta, jolla tutkitaan motivaatiota robottiikan opiskeluun Riihimäen yläkouluissa keväällä 2020. Tutkimuksen tulosten perusteella pyritään kehittämään robottiikan opetusta.

Kyselyyn osallistuminen on vapaaehtoista ja se tehdään nimettömästi.

Vastaa kysymyksiin omien ajatustesi mukaisesti. Näkemyksesi antavat arvokasta tietoa!

**\*Pakollinen**

## Perustiedot

1. Millä luokalla olet \*

*Merkitse vain yksi soikio.*

☐ 8

☐ 9

2. Opiskeletko robottiikkaa valinnaisaineena? \*

*Merkitse vain yksi soikio.*

☐ En

☐ Kyllä

Alla on koulunkäyntiä ja erityisesti robotiikkaa koskevia väittämiä. Valitse kuhunkin kohtaan parhaiten mielipidettäsi kuvaava ruutu.

Kysymyssarjoissa 1 ja 2 kaikki vastaavat jokaiseen kysymykseen.

3. Kysymyssarja 1/2 \*

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
E) Robotiikkaan liittyvät kilpailut ja tapahtumat kiinnostavat minua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F) Seuraan jotakin robotiikkaa koskevaa mediaa (lehdet, videot internetissä, sosiaalinen media)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G) Vanhempani pitävät robotiikan opintoja tärkeänä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H) Harrastan robotiikkaa tai jotakin sitä läheisesti muistuttavaa (kuten Legoilla rakentelu tai ohjelmointi)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I) Opettajat ovat suositelleet minulle robotiikkaa valinnaisena oppiaineena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
J) Saatan vapaa-ajallani ideoida missä robotiikkaa voitaisiin hyödyntää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
K) Kaveripiirissäni pidetään robotiikkaa mielenkiintoisena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L) Robottien suunnittelu ja rakentaminen on mielestäni mielenkiintoista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 4. Kysymyssarja 2/2 \*

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
M) Käsitykseni on, että valinnaistunneilla pääsee helpommalla kuin muissa valinnaisaineissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
N) Koen robotiikan tylsäksi aineeksi opiskella	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O) Uskon, että robotiikka on tulevaisuudessa yhä merkittävämpi asia yhteiskunnallisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P) Olen yläkoulun aikana kiinnostunut robotiikasta enemmän kuin aiemmin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q) Tahdon kehittyä mahdollisimman taitavaksi robotiikassa, vaikkei se olisikaan pääasiallinen työni tulevaisuudessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
R) Pidän robotiikan opiskelusta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
S) Kun kohtaan haasteita robotin rakentamisessa, pyrin itse selvittämään ongelman (kaverilta kopioimisen tai valmiin ratkaisun etsimisen sijaan)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T) Ajattelen, että minun kannattaa panostaa robotiikkaan tulevaisuudessa työllistymisen vuoksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Vastaa vain jos et opiskele valinnaista robotiikkaa

	Se ei kiinnosta minua	Se vaikuttaa liian työläältä	Muut aineet kiinnostavat enemmän	Muu syy
U) Suurin syy olla valitsematta robotiikkaa valinnaisaineeksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lopuksi

6. Viimeisin kouluarvosananani robotiikassa (jätä tämä kohta tyhjäksi jos et opiskele robotiikkaa valinnaisena aineena) *Merkitse vain yksi soikio.*

- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10

7. Viimeisin kouluarvosanani matematiikassa \*

*Merkitse vain yksi soikio.*

- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10

8. Mitkä tekijät laskevat motivaatiosi robotiikan opiskeluun? \*

---

---

---

---

---

## Liite 2: Tiedote henkilökunnalle



Hei yläkoululaisen oppilaan huoltaja sekä oppilas!

Tervetuloa osallistumaan tutkimusprojektiin. Tutkin riihimäkeläisten nuorten motivaatiota robotiikan opintoihin. Tutkimukseni toteutetaan kevätlukukaudella 2020 ja sen tavoitteena on antaa eväitä mahdollisimman laadukkaan opetuksen suunnitteluun ja toteutukseen jatkossa.

Kerään tutkimusaineistoni suurimmalta osin koulupäivän aikana tehtävällä sähköisellä kyselylomakkeella. Osaa oppilaista haastattelen suullisesti sähköisen kyselyn lisäksi. Tutkimukseen osallistuminen on ajankäytöllisesti ripeää: Sähköiseen kyselyyn vastaaminen kestää noin 30 minuuttia ja haastattelu saman verran. Haastatteluun osallistuu vain pieni osa tutkittavista.

Tutkimuksessa ei tuoda julki oppilaiden, opettajan tai koulun nimiä eikä muitakaan tietoja, joiden perusteella tutkimukseen osallistuneet voitaisiin tunnistaa.

Tutkimuksesta kirjoitan pro gradu –tutkielman, joka julkaistaan yliopiston kokoelmissa. Tutkimuksen tuloksia voidaan myös esitellä konferensseissa, tieteellisissä julkaisuissa ja esimerkiksi opettajien täydennyskoulutuksissa.

Voitte lähettää minulle sähköpostiviestin, jos haluatte kysyä lisää tutkimuksesta.

Ystävällisin terveisin

Elias Pitkanen

Maisterivaiheen opiskelija

Tampereen yliopisto

elias.pitkanen@tuni.fi



### Liite 3: Tiedote henkilökunnalle



Hei Riihimäen yläkoulujen henkilökunta!

Tervetuloa osallistumaan tutkimusprojektiin. Olen maisterivaiheen opiskelija Tampereen yliopistossa ja tutkin Riihimäen robotiikkahanketta pro gradu –työssäni. Aiheena on erityisesti nuorten motivaatio robotiikan opintoihin. Tutkimukseni toteutetaan kevätlukukaudella 2020 ja sen tavoitteena on antaa eväitä mahdollisimman laadukkaan opetuksen suunnitteluun ja toteutukseen jatkossa.

Kerään tutkimusaineistoni suurimmalta osin koulupäivän aikana tehtävällä sähköisellä kyselylomakkeella viikkojen 4 ja 5 aikana. Osaa oppilaista haastattelen suullisesti sähköisen kyselyn lisäksi helmikuussa. Tutkimukseen osallistuminen on ajankäytöllisesti ripeää: Sähköiseen kyselyyn vastaaminen kestää noin 30 minuuttia ja haastattelu saman verran. Haastatteluun osallistuu vain pieni osa tutkittavista.

Tutkimuksesta kirjoitan pro gradu –tutkielman, joka julkaistaan yliopiston kokoelmissa. Tutkimuksen tuloksia voidaan myös esitellä konferensseissa, tieteellisissä julkaisuissa ja esimerkiksi opettajien täydennyskoulutuksissa. Tutkimukselle on sivistysjohtaja Esa Santakallion myöntämä tutkimuslupa. Tutkimuksessa ei tuoda julki oppilaiden, opettajan tai koulun nimiä eikä muitakaan tietoja, joiden perusteella tutkimukseen osallistuneet voitaisiin tunnistaa.

Kyselylomakkeeseen tavoitellaan seuraavasti osallistujia:

- Riihimäen yläkoulujen 8. sekä 9. luokan robotiikan valinnaisaineopiskelijat
- Kustakin koulusta vähintään 8 oppilasta (4 tyttöä ja 4 poikaa) 8. sekä 9. luokalta jotka eivät opiskele robotiikkaa valinnaisaineena.

Voitte lähettää minulle sähköpostiviestin tai soittaa arkena klo 8:30 - 17, jos haluatte kysyä lisää tutkimuksesta. Yhteystietoni löytyvät kirjeen lopusta. Toivottavasti kyselytutkimuksen nopea aikataulu ei aiheuta harmia koulunne arkeen.

Suurkiitos panoksestasi tutkimusprosessin eteen!

## **Ohjeet sähköisen kyselyn teettämiseen**

1. Saatte linkin Google Forms -lomakkeeseen, jonka oppilaat tulevat täyttämään tietokoneella jossa on toimiva internet yhteys.
2. Varaa oppilasryhmälle 30 minuuttia aikaa vastata kysymyksiin.
3. Ennen kyselyn aloittamista muistuta oppilaille, että kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista:  
Mikäli heistä ennen kyselyn tekemistä, tai sen aikana, tuntuu siltä etteivät he halua tehdä kyselyä, he ovat vapaita jättämään sen tekemättä ilman seuraamuksia. Toivottavaa tietenkin olisi, että kaikki mukaan pyydetty oppilaat vastaisivat kyselyyn.
4. Kun oppilaat saavat tietokoneensa auki, jaa heille kyselyn sähköinen linkki esimerkiksi sähköpostin tai Wilman kautta
5. Muistuta vielä, että kysely tehdään anonymisti ja oppilaat vastaavat rohkeasti omien näkemystensä mukaisesti.
6. Kun oppilas on lähettänyt vastauksena Google Formsissa, tutkimuksen tämä vaihe on hänen osaltaan päättynyt.
7. Merkitse muistiin kyselyn aloittamisen ajankohta, kuinka moni oppilas teki kyselyn ja missä koulussa teitte kyselyn. Ilmoitathan minulle (Elias) nämä tiedot sähköpostitse! Sähköpostin voi otsikoida ”Robotiikkatutkimuksen kysely”.

Ystävällisin terveisin

Elias Pitkänen

Maisterivaiheen opiskelija

Tampereen yliopisto

(Sähköposti poistettu gradusta)

(Puh nro sekä kuvani poistettu gradusta)